m

Phys. sp. 704.

R

Schriften
über die
thierische Elektrizität

von

D. Alexander Volta

K. K. Professor der allgemeinen und Experimental-Physik an der Universität zu Pavia, des Instituts der Wissenschaften zu Bologna, und mehreren Akademien Mitglied.

Aus dem Italiänischen übersetzt.

Herausgegeben
von

D. Johann Mayer.

K. B. Hofrath, der Röm. Kais. Akademie der Naturforscher, der K. Gesellschaft der Wissenschaften in Böhmen, und mehreren gelehrten Gesellschaften Mitglied.

Prag 1793.
bei Johann Gottfried Calve.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorrede

des

Herausgebers.

Von dem Innhalt und der Veranlassung gegenwärtiger Schriften des Herrn **Volta** ist bereits in der Vorrede zu der Ausgabe der Abhandlung des Herrn **Galvani** über die thierische Elektrizität Erwähnung geschehen. Ein Theil davon erschien das vorige Jahr (1792.) zu Pavia, bei Gelegenheit einer Promotion, wo sie unter dem Titel:

Memoria Sull Electricitá animale, discorso recitato nell aula dell' Universitá in occasione di una Promotione, il die 5. Maggio 1792. del Signore A. Volta &c. bekannt gemacht wurde. Die Fortsetzungen aber derselben erschienen kurz darauf in dem physisch-medizinischen Journal des Herrn L. **Brugnatelli**, welche auch hier in Zusammenhang und in Verbindung mit der genannten Schrift geliefert werden. Die Uebersetzung aus dem Italiänischen hat Herr **Ritschel** besorgt. Herr **Volta** hat schon dieses Jahr neue Beobachtungen durch das gedachte medizinisch-physische Journal des Herrn Dr. **Brugnatelli** bekannt gemacht; und da Sie ganz in Verbindung mit den hier gelieferten Schriften stehen, oder besser zu sagen, eine Fortsetzung sind, so wird hier gleich, ohne etwas wegzulassen, Ihr Innhalt mitgetheilet: man läßt Herrn **Volta** selbst sprechen; Er drückt sich also aus:

„Da

„Da ich die ganze dritte Abhandlung über die thierische Elektrizität nicht bei Händen habe, so will ich ihnen, und dem Publiko einige meiner neuen Entdeckungen bekannt machen. Ich habe entdeckt, daß die gut ausgebrannte (ben cotto) Holzkohle, eben so wie die Metalle die Elektrizitätserwecker und Leiter (eccitatore e motore) seyn; daß sie alle Metalle, und selbst das Silber darinn übertreffen, welchen ich doch vor allen den Vorzug einräumte; so habe ich vermittelst des Zinns und der Kohle den lebhaftesten Geschmak auf der Zunge hervorgebracht. Auf eben diese Art, ja noch besser als das Silber, Gold, und andere Metalle, ist die Kohle geschickt, wenn man sie, statt den Geschmak zu erwecken, anwendet, um die Bewegungen in den Muskeln hervorzubringen.“

„Ich habe durch Hilfe von verschiedenen Belegungen (armature) mit denen

man

man den Geschmak erwecket, auch die Empfindung des Lichtes hervorgebracht. Meine Art zu verfahren ist folgende: Ich lege an den Augapfel (bulbo dell' ochio) das äusserste End eines Zinnblättchens (das beste ist das mit Zinn überlegte Papier, welches man Silberpapier nennt) und in den Mund eine Silber-Münze, oder Löffel; alsdann bringe ich diese Stücke mittelst zwey metallischen Spitzen in Berührung. Dieses ist genug, um auf der Stelle, oder so oft die Berührung erneuert wird, die Erscheinung eines Lichtes, oder übergehenden Blitzes zu erhalten, und dieses mehr oder weniger lebhaft, nachdem die metallischen Belegungen angebracht sind, und je nachdem ich meine Augenlieder mehr schlüsse, oder mich im Finstern aufhalte. Dieses Gefühl wird sicher durch die Elektrizitäts-Flüssigkeit hervorgebracht, indem diese aus dem Vordertheil des Auges, wo das Zinnblättchen angebracht ist, gegen den Hintertheil,

und von da in die Theile des Mundes, welche das Silber berührt, lauft. Während dieses Laufes reizt sie die Netzhaut, berührt einen größern oder kleinern Theil des Sehnervens, und reizt ihn. Noch besser geräth der Versuch, wenn das Zinn an das eine Aug, und das Silber, statt es in dem Mund zu nehmen, an das andere Aug gebracht wird, auf diese Art werden beide Sehnerven-Netze gereizt.“

„Aber um in einen so edlen Theil, wie das Auge ist, durch die unmittelbare Berührung der Metalle keinen Schaden zu verursachen, habe ich beschlossen, diese Versuche auf eine andere Art anzustellen, und zwar mit guten, und fast noch bessern Erfolge, indem ich an den Augapfel selbst ein in warmes Wasser wohl eingetauchtes Pölsterchen (piumacciuolo) drückte, und an dieses selbst das Metallblättchen brachte. Ich habe diese Versuche auf verschiedene

Art

Art mit gleich gutem Erfolg gemacht, da ich die Kohle statt dem Silber dazu brachte. Aber die schönste und wunderbarste Erscheinung erfolgt, wenn man das Zinnblättchen an die Spitze der Zunge, und das Silber an das Pölsterchen über dem Auge hält, wo man auf der Stelle, so wie die Metalle in Berührung kommen, so wohl den säuerlichen Geschmak auf der Zunge, als auch den Schein an den Augen gewahr wird."

„Ich habe auch, aber bis her ohne allen Erfolg auf die nämliche Art versucht, die Empfindung des Geruchs, und Gehörs zu erwecken."

„Aus allen diesen Versuchen, durch welche man die Empfindung des Lichtes und Geschmakes bewirkt, wie auch aus den größten Theil jener Versuche, die lebhaftesten und stärksten Muskelbewegungen hervorbringen, läßt sich keines Wegs auf eine

wahre

wahre thierische Elektrizität schliessen, das ist: eine den Organen eigene Elektrizität, welche sich nur blos leidend, die Metalle hingegen wirkend verhalten, so oft diese letztern, entweder der Gattung nach, oder durch eine andere Eigenschaft unter einander verschieden sind, wenn man sie an nasse Theile bringt, und gehörig vereinigt, so bewegen sie die Elektrizitäts-Flüssigkeit, ziehen diese an sich, obschon unter ihnen ein freyer Kreislauf statt findet. Ich habe Versuche gemacht, welche einen gleichen Uebergang der Elektrizitäts-Flüssigkeit anzeigen, wenn Metalle von verschiedenen Gattungen an alle übrige nicht animalischen Körper angebracht werden, auch an andere feuchte Gegenstände, als Papier, Leder, Tuch u. s. w. welche in Wasser durchgeweicht wurden, und noch besser an das Wasser selbst. Dieses ist bis izt der ganze Erfolg einer solchen Vereinigung der Metalle, unter welchen Umständen sie nicht blos Leiter (deferenti)

son-

sondern wirkliche Beweger und Erwecker (motori - eccitatori) der Elektrizität sind: und dieses ist eine Hauptentdeckung."

„Nun ist noch übrig zu wissen, ob in jenem Falle die Bewegungen und Zusammenziehungen in den Muskeln, an den auf galvanische Art zubereiteten Thieren, einer den Organen eigenthümliche Elektrizität, einer in selben bestehenden ungleichen Vertheilung (Sbilancio) dieser Materie zuzuschreiben sind; so wie ich anfangs glaubte, aber izt sehr daran zweifle. Je mehr ich die Versuche vermehre, um so mehr wachsen meine Zweifel, dergestalten, daß ich nun überzeugt bin, daß die elektrische Materie niemals durch die den Organen eigene Wirkung, oder durch die Lebenskraft erweckt und bewegt werde, und daß diese Materie eine von einem Theil des Thieres in den andern sucht überzugehen, sondern, daß sie dazu Kraft eines Stosses gebracht, und gezwungen werde, welchen sie

in

in denen von den Metallen berührten Stellen bekömmt, der sie von der einen Seite forttreibt, und auf der andern Seite anzieht. Ich war, sage ich, nunmehr davon überzeugt, besonders, da ich bemerkte, daß man niemals oder sehr selten diese Erscheinung erhalte, ohne Berührung eines Metalls, auch zweyer, welche entweder der Gattung nach, oder durch eine andere Eigenschaft, als Härte, Glätte, Durchsichtigkeit, verschieden sind. Daher werde ich bewogen zu muthmassen, daß, wenn man auch eine Zusammenziehung und Bewegung durch Berührung zweyer Metalle, welche gänzlich gleich zu seyn scheinen, erhält, (welches doch sehr selten, und nur zuweilen in den ersten Augenblicken nach der Zubereitung in den Theilen, wo die Reizbarkeit der Nerven auf das Höchste gestiegen ist) geschieht. Die Wirkung doch den unmerklichen Unterschiede der Metalle selbst zuzuschreiben sey."

„Wenn

„Wenn die Sache sich nun so verhält, was bleibt von der galvanischen thierischen Elektrizität, welche er durch seine schöne Versuche bewiesen zu haben scheint, übrig? Nichts anders, als die übermäßige Empfindlichkeit der Nerven, welche zur Empfindung, und zu den willkührlichen Bewegungen dienen, für die elektrische Materie, die von unsern Ursachen in Bewegung gesetzt wird; das heißt eine blos leidende Disposition, in Bezug für eine jederzeit fremde und künstliche Elektrizität, welche sie so zu sagen, nur in Gestalt einfacher Elektrizitätsmesser empfinden; so wie die in der That einige der neuesten Elektrizitätsmesser es sind, welche alle andere an Empfindlichkeit übertreffen.“

Man siehet aus dieser Schrift, daß Herr **Volta** ohne das Verdienst dem Hrn. **Galvani** zu benehmen, oder einzuschränken, ganz andere Folgerungen, aus den entdeckten

Er-

Erscheinungen der thierischen Elektrizität macht. Bereits vor einigen Jahren entdeckte Hr. Dr. Gardini zu Mantua, daß überhaupt bei jeder thierischen auch noch so geringen Handlung oder Bewegung, sich deutliche Zeichen von Elektrizität bemerken lassen, ja daß keine Veränderung im thierischen Körper vorgehen könne, wo nicht Elektrizität entstünde. Bei seinen Versuchen bediente er sich eines sehr empfindlichen Elektrometers, dessen Beschreibung und Abbildung bereits (in des Herausgebers **Sammelung physikalischer Aufsätze** 3ter Theil,) bekannt gemacht worden ist. Herrn Gardinis Werk aber selbst, de Ignis Electrici Natura ist bereits unter der Presse, und wird nächstens unter der Obsorge des Herausgebers (Dresden bei **Walther**) erscheinen.

Daß aber in den Muskeln der Vöge nicht die nemlichen Erscheinungen sich dar-

stellen

stellen sollen, welche die galvanischen Versuche bei andern Thieren gezeigt haben, ohngeachtet es die italiänischen Naturforscher behaupten, ist eine Entdeckung, die ein Naturforscher von einer berühmten Akademie der Wissenschaften in Deutschland gemacht haben will. Eben derselbe behauptet auch, daß die galvanischen Entdeckungen und ihre Erscheinungen nicht von der elektrischen Kraft abhängen, sondern von einer eigenen bisher unbekannten thierischen Flüssigkeit (fluide animal) deren Daseyn, Beschaffenheit und Gefäße er entdecket hat. Wahrscheinlicherweise haben wir nächstens die weitere und ausführlichere Bekanntmachung zu erwarten.

Erster Abschnitt.

Von der Entdeckung des Hrn. Galvani, und ihrer Vergleichung mit den Begriffen, welche man bis itzt von der thierischen Elektrizität gehabt hat.

§. 1. Die seit einigen Monaten erschienene Abhandlung, über die Wirkung der Elektrizität auf die Bewegung der Muskeln (a) des Herrn D. Galvani Mitglieds des Instituts zu Bologna, und Professors an der Universität daselbst, (der sich schon durch andere anatomi-
sche

(a) Aloysi Galvani Abhandlung, über die Kräfte der thierischen Elektrizität auf die Bewegung der Muskeln. 1793 in 8. mit 4 Kupfertafeln.

sche und physiologische Entdeckungen rühmlich bekannt gemacht hat,) enthält eine jener grossen und glänzenden Entdeckungen, welche in den Jahrbüchern der Physik und Medizin Epoche zu machen verdiente, nicht so wohl, weil sie neu und wunderbar ist, sondern weil sie ein weites Feld zu eben so merkwürdigen als besondern und äußerst anwendbaren Versuchen öfnet.

Das Daseyn einer wahren und eigenen thierischen Elektrizität, welche von sich selbst in den lebenden Organen ohne fremdes Zuthun entsteht, das ist, ohne mit einen andern Körper, in welchen sie, durch was immer für Kunstgriffe eher hervorgebracht worden ist, in Verbindung zu stehen, das Daseyn einer solchen Elektrizität, welche allen Thieren mit kalten und warmen Blute zukömmt; ihren Ursprung in der Organisation selbst hat; sich erhält und in den abgeschnittenen Gliedern, so lange noch einige Lebenskraft da ist, fortdauert; welche ihr Spiel und Bewegung vorzüglich zwischen den Muskeln und Nerven ausübt, ist es, welches in dem dritten Theile des

Werkes des Hrn. Galvani bis zur Gewissheit durch viele wohlverglichene Versuche bewiesen und ausführlich beschrieben wird.

§. 2. Ohne diese Versuche hier genau anzuführen, wird es genug seyn, nur einen allgemeine Uebersicht und Begriff, so wohl von ihrer Art, als von ihren wunderbaren Wirkungen zu geben. Sie bestehen darinn, daß man lebhafte und starke Zusammziehungen in den Muskeln und hüpfende Bewegungen in dem ganzen Gliede entstehen sieht, jenen ganz ähnlich, welche durch die künstliche Elektrizität erreget werden; ohne jedoch diese weder stark noch schwach dazu angewandt zu haben, sondern sie werden blos durch was immer für einen Bogenleiter erreget, dessen ein Ende an den Muskel, das andere aber an dessen Nerven gesetzt wird. Der Nerve kann nun von dem Ueberreste des Körpers getrennt, und entblößt, oder was noch besser ist mit einem Metallblätlchen zum Theil belegt seyn. Von diesen Zubereitungen werden wir in der Folge zu reden Gelegenheit genug haben.

§. 3. Daß dieser so platterdings angewendte Bogenleiter keine Elektrizität hervorbringen könne, wird jeder leicht einsehen, der nur eine oberflächliche Kenntniß von der Elektrizität hat; wohl scheinet aber sein einziges und eigentliches Geschäft zu seyn, jene Elektrizität, die schon da war, zu erwecken, die in Unordnung gebrachte elektrische Flüssigkeit ins Gleichgewicht zu bringen, und sie von da, wo sie durch ihre Menge oder Verbreitung die Oberhand hat, dorthin zu leiten, wo sie fehlt. Aus dieser Ursache heißt er auch mit Recht der Zuleiter oder Entlader. Wir müssen nun voraus setzen, daß diese Organe des Thieres bey einem solchen Stande der Elektrizität oder des Gleichgewichtes der elektrischen Flüssigkeit in den dazu gehörigen Theilen, in einem natürlichen Zustande befinden müssen, wenn der blosse leitende Bogen die obgenannten Zusammenziehungen hervorbringen soll. Was sage ich vermuthen? für gewiß müssen wir annehmen, daß bey solchen Umständen, nichts anderes, als die elektrische Flüssigkeit diese Muskelbewegungen hervorbringe, und nur auf die Art errege, wenn sie nämlich zwischen einem und dem andern Theile des Thieres in

Un-

Unordnung gebracht, und von dem zuleitenden Bogen ins Gleichgewicht gesetzt wird.

§. 4. Uebrigens kann dieser Konduktor aus einem, zween oder mehrern Stücken bestehen, ganz oder nur zum Theil aus Metall und aus andern Körpern zusammgesetzt seyn, wenn diese nur leitend sind, wie z. B. Wasser, thierische Körper, Kleider, Holz, nicht zu trockene Wände, u. s. w. Alles was nothwendig ist, daß die Entladung einer leidner Flasche vor sich gehe, nämlich: daß die elektrische Materie in ihren Kreislaufe durch nichts gestört werde, wird auch bey dem auf obbenannte Art zubereiteten Thiere erfordert, damit die elektrische Flüssigkeit, die sich kraft ihrer eigenen Organisation zwischen den Muskeln und den Nerven, oder, welches wahrscheinlicher ist, zwischen den innern und äußeren Theilen des Muskels im Gleichgewichte erhält; von einem Theile zum andern mit der nöthigen Geschwindigkeit geführt werde.

§. 5. In dem Maaße, wie die Lebenskraft abnimmt, wird auch die angezeigte elektrische schwächer, und das so wohl in Hinsicht

auf

auf die Wirkung, durch welche die elektrische Flüssigkeit sich zwischen den entgegengesetzten Theilen ins Gleichgewicht sezt, zwischen den Nerven nämlich, und Muskel, oder wie gesagt worden zwischen den inneren und äußeren Theilen desselben; so denn auch in Hinsicht auf die Kraft durch welche diese Flüssigkeit ins Gleichgewicht gesezt wird. Eine Menge, nicht eigentlich elektrischer, sondern nur weniger gut leitender Körper, fangen hier an den Umlauf, wenn auch nicht gänzlich zu unterbrechen, dennoch sehr zu verzögern. Der Fußboden des Zimmers, Wände, Tische von Marmor oder trockenen Holze, Tapeten sind wenig leitende Körper dahero taugen die ersten, als Theile des Bogen nicht mehr zur Entladung, die sie verhindern und verzögern, so daß die Zusammenziehungen in dem zubereiteten Thiere nicht mehr statt haben, welche vorgiengen, als es noch im Besitze einer größern Lebenskraft war. Nimt man noch mehr von dieser Lebenskraft hinweg, so nüzet auch eine Kette von Menschenhänden nichts, und es ist vergebliche Arbeit, den Versuch machen zu wollen. Eben so wenig gelingt er, durch eine einzige, die Kette vorstellende Person, eben so wenig durch das Wasser

oder

oder eine metallene Kette. Der Versuch gelingt nur mit einem metallenen Bogen, der höchstens aus zwey Stücken zusammengesetzet seyn darf, und auch dieser wird noch vereitelt, wenn ein noch so dünner Körper dazwischen kömmt; so ist z. B. ein dünnes Papier hinlänglich, das freye und schnelle Zuströmen der elektrischen Flüssigkeit, welche zu der Zusammenziehung der Muskeln erfordert wird, zu verhindern.

§. 6. Nebst diesen bemerkt man noch in dtm Gliede und dem Organe, das heißt in dem mit seinem Muskel verbundenen Nerven eine große Aehnlichkeit mit der leidner Flasche. Weil die Entladung desselben eben so wohl durch die Dazwischenkunft eben dieser Körper verzögert und gewissermassen ganz gehindert wird; ist die Elekrizität sehr schwach, so kann die Entladung nur mittelst eines zuleitenden, nur aus einem einzigen Stücke Metalls bestehenden Bogens vor sich gehen. Kurz in allem, was ich bis itzt gesagt habe, stimmen sie mit der verschiedenen Beschaffenheit, der, die elektrische Flüssigkeit durchlassendeu Körper überein. Diese Uebereinstimmung ist am größten mit den

Metal-

Metallen, als ganz vollkommenen Leitern, weniger groß, mit weniger leitenden, und so im Verhältniße herab bis die Körper in ganz elektrische übergehen, und sie auch aufhört. So wie bey der leidner Flasche die schnellste Entladung die vollkommneste ist, die mehr oder weniger langsame, die mehr oder minder vollkommene; und endlich die verhinderte, gar keine Entladung mehr ist, so verhalten sich auch die Zusammenziehungen der zubereiteten Thiere bey der Anwendung eines Konduktors.

§. 7. Wer wird nun nach diesen noch zweifeln können, daß diese Bewegungen der Muskeln nicht durch ein ähnliches Spiel der elektrischen Flüssigkeit, die zwischen den inneren und äussern Theilen des Muskels, oder diesen und den Nerven in Unordnung gebracht ist, hervorgebracht werden. Wie wir das auf eine künstliche Art in den entgegengesezten Oberflächen einer geladenen leidner Flasche sehen, wo sie durch den erwähnten Bogen ins Gleichgewicht gesezt wird.

§. 8. Dies ist der Innhalt der Untersuchungen und Entdeckungen des Hrn. Galvani

in

in Beziehung auf die thierische Elektrizität. Diese Entdeckung ist nicht nur wichtig, sondern auch neu. Obgleich man schon wußte, daß der Krampffisch (Raja Torpedo Lin.) und der Zitteraal (Gymnotus electricus L.) die Eigenschaft der Leidner Flasche, einen elektrischen Stoß hervorzubringen, besassen. Da nun aber diese wunderbare Eigenschaft nur einigen ganz besonderen Fischen (a) zukömmt, und von einer eigenen

(a) Ausser dem Krampffische, aus dem Geschlechte der Rochen, und dem Zitteraal aus Surinam, welcher eigentlich unter die Kahlrücken oder Finnaale gehört, zeichnen sich itzt unter den Fischen noch zwey aus, die einen elektrischen Stoß geben. Einer ist schon von Adanson, der ihn Zitterer nennt, dann von Forskal, und ausführlicher von Brussonet (Mem. de l' acad. des Scien. a 1782, und im Journal de Phys. 1785. Aout.) beschrieben und abgebildet. Er gehört unter die Welse und lebt in den Flüssen Afrika's; der andere ist in den Transaktionen der engl. Sozietät des Jahrs 1786. 76 B. 11ten St. beschrieben, und gleichfalls abgebildet, gehört zu dem Geschlechte der Stachelbäuche (Tetrodon L.) und wird in den Meeren von Afrika und Amerika gefunden.

nen Einrichtung der Organe abzuhängen scheinet, wie es die Anatomie dieser Fische beweist, und da auch diese Fische das Vermögen haben, den Stoß zu geben, oder nicht, so war gar keine Ursache zu glauben da, daß ein ähnliches elektrisches Spiel vor sich gehen, und auf die thierischen Handlungen aller lebenden Thiere, in welchen sich nichts von der Eigenschaft elektrische Bewegungen zu erregen blicken ließ, so viel wirken sollte. Man mußte also glauben, daß, da kein anderes Thier, auch nur den geringsten Grad dieser Kraft, der genannten elektrischen Fische sie aber in einem so hohen Grade besassen, dieser Vorzug ihnen ausschließlich zukomme.

§. 9. Das glaubten die Physiker und Physiologen allgemein, wenige ausgenommen, welche jene Elektrizität, die durch das Reiben der Thierhäute und der Haare oder Kleider der Menschen erreget wird, für die thierische nahmen, folglich diese künstliche äusserliche Elektrizität für eine natüriiche innerliche lebender Körper hielten.

§. 10. Diese vorgebliche thierische Elektrizität, die im Grunde keine andere ist, als die gewöhnliche künstliche, die durchs Reiben hervorgebracht wird; da die Kleider und Häuten mit was immer für Körpern selbst unbelebten gerieben, wenn sie nur sonst durch eine sanfte Wärme trocken gehalten werden, eben so wohl elektrisch werden, als ob sie auf Häuten lebendiger Thiere gerieben worden wären. Diese vorgebliche Elektrizität suchten ihre eifrigsten Anhänger durch einige auffallendere Versuche und Bemerkungen eben dieser Art aufrecht zu halten; nämlich mit der gewissermassen willkührlichen, und eben nicht schwachen Elektrizität, die sich zu gewissen Zeiten in den Federn der Papageyen (*) bemerken läßt; und in der äusserst schwachen, dem zartesten Elektrizitätsmessern nur fühlbar, welche entsteht, wenn ein Mensch einige Schritte thut, den Leib und Arme bewegt, auf einem isolirten Schemmel steigt, und mit der Hand eines dieser empfind-

lich-

(*) Meyers Anmerkungen über die Elektrizität der Vögel in den V. Band der Abhandl. der Böhm. gelehrten Privatgesellschaft.

lichsten Kavallischen oder Bennetischen Elektrometern berührt.

§. 11. Der erste Fall ist hinlänglich erklärt ohne zu einer eigenen thierischen Elektrizität die Zuflucht zu nehmen, wenn man das sanfte Reiben der Federn, wenn sie der Papagey in die Höhe sträubt, und sie dabey trocken sind, in Anschlag bringt. Im zweiten Falle mit dem Menschen, wird dadurch bewiesen, daß es keine thierische Elektrizität giebt, die ihren Ursprung in einer besondern Eigenschaft oder Kraft der Organe hat, wenn man diese Erscheinung dem Reiben der Kleider, welches selbst durch das Athemholen hervorgebracht werden kann, zuschreibt. Ein Beweis davon sind die Versuche des Hrn. Saussüre, welcher nakte isolirte Menschen die empfindlichsten Elektrizitätsmesser berühren ließ, ohne auch nur ein Zeichen der Elektrizität zu bemerken.

§. 12. Andern ähnlichen Beweisen darf man ebenfalls keinen grössern Glauben beymessen. Dahin gehöret z. B. der Beweis der in Ofen getrockneten Nerven, aus welchen Comus (der berühmte physikalische Taschenspieler)

Schei=

Scheiben verfertigte, und ihnen das Ansehen elektrischer Maschinen gab, diese wurden durch gut angebrachte Kissen gerieben, und gaben eine lebhafte Elektrizität; dadurch wollte er die Identität der elektrischen Flüssigkeit, mit jener der Nerven beweisen. Die nämlichen Versuche aber, gehen sowohl mit in Ofen getrocknetem Holze oder Pappendekel vor sich. Ich selbst habe schon aus dergleichen Körpern schöne und gute Elektrisirmaschinen gebauet. (a) Dergleichen Versuche mit den Nerven und andern thierischen Theilen, fallen nur jenem auf, der nicht weiß, daß alle Körper, sie mögen thierisch, vegetabilisch oder mineralisch seyn, so wie sie gänzlich ihrer Feuchtigkeit beraubt sind, idioelektrisch, folglich durch das Reiben (b) fähig werden, elektrische Erscheinungen zu geben,

nur

(a) Dergleichen Maschinen aus getrockneten Pappendeckel und Holze, habe ich in einer im Jahr 1771 erschienenen Dissertation, unter dem Titel: De Corporibus eteroelectricis, quæ fiunt idioelectrica, Experimenta atque observationes, beschrieben.

(b) Dies ist der vorzügliche Gegenstand meiner erwähnten Dissertation.

nur die Metalle ausgenommen, welche wesentlich vollkommene Leiter und anaelektrisch sind.

§. 13. Ich darf nun auch auffallendere Versuche nicht mit Stillschweigen übergehen, welche selbst bey Kunstverständigen den Anschein, wenigstens einen Verdacht einer thierischen Elektrizität in wahren und eigenen Verstande, erregten. Mir scheinen sie aber dennoch nicht den vesten und sichern Grund zu haben, den ihnen der größte Theil der Physiker beilegten. Denn einige davon sind zu sehr mit den Erscheinungen der künstlichen Elektrizität vermischt, andere obgleich auffallend genug, sind nur einzeln das heißt, ihr Erfolg ist ganz zufällig, und derjenige, dem ein solcher Versuch gelungen, wußte, da er ihm nur ein einzigesmal gelang, keine Ursache anzugeben ist, (wenn das, was sie erzählen, sich so zugetragen hat, und keine Täuschnng oder Ueberraschung unterlaufen ist), in der Folge sind alle Versuche fruchtlos und der Erfolg entspricht ihnen nie. Hieher gehört der von Hrn. Nollet angeführte Versuch. Einer, der eine Katze auf dem Schoos hielt, und die Haare des Rückens mit der Hand strich, brachte seine Finger an die Nasenspitze der

Ka-

Katze, bekam einen Funken und ein Schlag auf den Arm und den ganzen Leib, als ob eine leidner Flasche entladen worden wäre. Herr Abbe Vassali (a) als er die Versuche des Herrn Alex. Conso wiederholte, bezeugt zu wiederholtenmalen einen ähnlichen aber minder starken Schlag erhalten zu haben. Noch überraschender aber ist das, was P. Cottuni, als ihm selbst wiederfahren anführet. Er weidete eine lebendige Maus aus, und drückte ihren Schweif mit den kleinen und der Ohrfinger vest zusammen, während er mit der rechten die äussere Bedeckungen zerschnitt, und mit dem Messer schon an den Eingeweiden war, da fühlte er, als er mit dem Messer weiter hineinfuhr, unversehens einen Schlag und eine Bewegung im Arme und auf der Brust, die er einen ganzen Tag lang spürte.

§. 14. Eine so überraschende Erscheinung, würde sehr viel für die thierische Elektrizität beweisen, wenn der Versuch, da er nur ein

(a) Physische Abhandlungen. Turin 1789. Versuche über die Elektrizität der Hausmäuse, und der zahmen Katzen.

ein einzigesmal gelungen ist, nicht so vielen Zweifeln über dessen Ursache und Wirkung ausgesetzt wäre. Ich lasse nun alle ungewisse und zweydeutige Versuche, auf welche nicht zu bauen ist, vorüber, da ich ohnedem jenes, was ich für nothwendig hielt, angeführt habe; sondern eile einen Versuch näher beleuchten, der mir beym öfftern Wiederholen auffiel, und wirklich etwas zu beweisen schien. Dieser Versuch ist in gewissen lateinischen Thesen, welche der schon belobte Professor der Weltweißheit zu Tortona Hr. Abbé Vassalli (a) herausgegeben, aber ziemlich dunkel (vielleicht aus Schamhaftigkeit) beschrieben. Auf mein Ersuchen, war er so gütig mir eine ausführliche Beschreibung davon zu geben. Ich habe ihn seit diesen wiederholet, damals mit vielen, und itzt (ich weiß nicht warum?) ohne den geringsten Erfolg.

§. 15. Der Versuch besteht darinn, daß man den Urin, so wie er gelassen wird, in einem isolirten metallenen Becken auffängt, dieser giebt nun keine schwachen, sondern manchmal

(a) Theses philos. &c. Derthonæ 1790.

mal starke Anzeigen einer negativen Elektrizi-tät, so zwar, daß die Fäden eines Cavalischen Elektrometers acht, zehn und mehr Linien aus einander gehen. Anfänglich glaubte ich, diese Elektrizität könne aus der Zerstreuung der Tropfen entstehen, auf eben die Art, wie eine ähnliche negative Elektrizität in den Wasser-fällen, und wie Hr. Tralles richtig entdeckt hat, auch in den künstlichen Wassersprüngen entsteht, welches ich ebenfalls wahr befunden habe. Es sey nun, daß diese Elektrizität durch das Reiben der Tropfen unter einander oder der-selben mit der Luft, wie Hr. Tralles anfäng-lich selbst glaubte, erregt werde, oder daß sie durch die Ausdünstung dieser Tropfen, die den dünsten Regen, Dunst oder Nebel bilden, ent-stehe; Ich meine, daß diese Tröpfchen in einen elastischen Dampf übergehen, was sehr wahr-scheinlich ist, wie ich es auch in meinen Brie-fen über die elektrische Meteorologie (a) weitläufig erkläret habe, Tralles selbst gab seine erste Meinung auf, und nahm endlich mei-

(a) S. siebenten Brief in 9 und 10ten B. der Bibliotheca fisica d'Europa.

meine an. Anfänglich glaubte ich also, diese sich manchmal zeigende negative Elektrizität entstünde entweder von dem Auseinanderspritzen der Tropfen und dem aufsteigenden Dämpfen des Urins, oder aber in dem Gefässe, womit man ihn auffängt. Aber der kleine Bogen, den der Urin beim Lassen beschreibt, das geringe Auseinanderspritzen desselben, und der wenige Dampf, welcher aufsteigt, schienen mir nicht im Stande zu seyn, eine so merkliche Elektrizität hervorzubringen. Durch ferner angestellte Versuche wuchsen meine Zweifel noch mehr. Ich trieb den warmen Urin mittelst ein Spritze in grösserer Menge und mit mehr Gewalt, als es beim natürlichen Lassen desselben geschieht heraus; und obgleich ich diese Versuche auf vielerlei Art und mehrmahl wiederholte, so erhielt ich dennoch nie das geringste Zeichen einer Elektrizität. Ich argwöhnte nun und begann zu glauben, daß die, bei dem Urin lassen sich zeigende Elektrizität von einer wahren, eigenen thierischen Elektrizität herkomme, ohne es jedoch für gewiß anzunehmen; ich wünschte überzeugendere Beweise zu haben um meinen Unglauben in Rücksicht auf thierische Elektrizität zu überwinden

§. 16.

§. 16. Wir wollen nun von den Versuchen und Bemerkungen aufhören, die von den Physikern unternommen worden, und wovon manche bei vielen derselben für hinlängliche Beweise der thierischen Elektrizität gegolten haben. Aber von andern auf diese zu schliessen, war der größte Theil dieser Versuche übel verstanden, ein anderer Theil davon zweideutig, und keiner derselben bewiesen und mit den Kennzeichen versehen, die jeden Zweifel ausschliessen. Eine reiche Sammlung solcher gut oder übel angestellter Versuche findet man in verschiedenen sonst sehr schätzbaren Werken eines Bertholon, Gardini, Vassalli, und andern Werken und Abhandlungen.

§. 17. Da ich nun eine kurze Beschreibung jener Versuche gegeben habe, auf welche die Physiker ihre Gründe der vorgeblichen thierischen Elektrizität bauen, Versuche welche zwar sichtbare elektrische Zeichen geben, aber von einer ganz andern Elektrizität herkommen können, und wahrscheinlich auch kommen; So wird es also hier, wie ich glaube, nicht am unrechten Orte seyn, wenn ich noch etwas von den blos idealischen Meinungen einiger Physio-

siologen, was immer für eine thierische Elektrizität betreffend, anführe. Sie mögen nun mehr oder weniger richtig gedacht, und in einen bestimmten und festen oder in einen unbestimmten und schwankenden Sinne vorgetragen seyn. Jene Physiologen, die sie nur obenhin und abgesöndert ohne Zusammenhang betrachtet, begnügen sich zu glauben, daß die angeblichen Lebensgeister oder der Nervensaft (der allgemein angenommenen Meinung nach) bestimmt sind, die äußern Eindrücke ins sensorium commune zu bringen, und auf die Winke des Willens, in dem sie die Nerven und Muskeln der Glieder durchlaufen, jene Bewegungen in ihnen hervorzubringen, deren sie fähig sind, oder die von ihnen abhängen. Sie begnügen sich also, diese Lebensgeister so zu betrachten, als ob sie durch eine äußerst feine, bewegliche, wirksame und jenen des Lichts, des Aethers, der elektrischen Materie ähnlichen (a) Flüssigkeit zur Hervorbrin-

gnng

(a) Eine leuchtende Flüssigkeit ebenfalls nach Hewton Inves. opt. V. Haller. Elem. Physiol. Edit. Lausan. in 4 T. IV. lib. X. p. 378 wo er die ähnlichen Meinungen vieler anderer Schriftsteller anführt.

gung des Gefühls und der willkührlichen Bewegungen dienten; und das nur um die plötzliche Geschwindigkeit, mit welcher dieser vorausgesezte Durchlauf der wirkenden Flüssigkeit vorgehen muß, zu erklären, da die angezeigte Wirkung in einem Augenblick vollbracht ist. Sie sind also darauf eingeschränkt, die Nerven auf eine gewisse Art für die Leiter der Lebensgeister, oder des Nervensaftes, so wie es die Metalle von der elektrischen Flüssigkeit sind, zu halten. Ohne deswegen zu bestimmen, welch einer Natur diese thierische Flüssigkeit sey, sondern sie nennen sie nur eine elektrische, ätherische oder ähnliche Flüssigkeit, oder sie bezeichnen eine Unähnlichkeit im Wirken mit diesen äußerst feinen und wirksamen Flüssigkeiten des Dunstes, als Lichtes, Aethers, der elektrischen Materie. Verweilen Sie nun noch länger bei der Analogie mit diesen leztern, so läuft alles dahin aus, ein gewisses Spiel, oder eine Verrichtung, so einer Flüssigkeit, als die elektrische ist, vorauszusetzen und anzunehmen, ohne zu wissen wie, was, so viel als nichts sagt. Diese Physiologen, die so schwankende Begriffe haben, dörfen gar nicht unter die Zahl Beförderer der thierischen Elektrizität gerechnet werden,

ob-

obgleich sie nicht selten sich dieses Titels widerrechtlich anmaßten.

§. 18. Aber es giebt andere, welche vorzüglich mit der oben angezeigten Analogie der Zuleiter weiter giengen, diese sezten ihre Muthmassungen fort, und wollten bestimmt voraussetzen, daß diese nicht die Natur irgend einer etherischen sondern der eigenen elektrischen Materie haben, und erklärten sie durch diese identische Flüssigkeit. Die Schriftsteller und Vertheidiger dieser Meinung, an deren Spitze man Hrn. Sauwages (a) zu setzen hat, stützen sich

(a) Haller a. a. O. aus den Collect. T. I. p. 1925. Hier kann man mehrere Schriftsteller anführen, einen *Du Fay*, *Le Cat*. *le Camus*, Keßler, Huber, Beßecke, *Des Hays*, Gardini, Bertholon, u. s. w. so wie verschiedene Abhandlungen und andere über diese Materie handelnde Schriften. Eine neue Schrift, die alles das zusammenfaßt, was darüber gedacht und gesagt worden ist, und einige neue Ideen auseinandersetzt, ist folgende: Dissertatio philosophica inauguralis sistens examen de Electricitate corporum organicorum. Heidelbergae, 1791. Der Verfasser davon ist Herr Edmund Jos. Schmuck.

sich vorzüglich auf die bekannte grosse Wirksamkeit der elektrischen Kraft, die Muskeln zu reitzen; da, wenn auf die Muskeln eines todten Thieres oder eines abgeschnittenen Gliedes kein chemischer oder mechanischer Reiz mehr wirkt, so ist ein wenig elektrische Materie hinlänglich den Muskel (wenn ihn entweder ein mässiger Funke unmittelbar berühret, oder auf eine andere Art mit genugsamer Schnelligkeit durch denselben getrieben wird) auf eine gewisse Art neu zu beleben, und in Bewegung zu setzen. Daher wollten sie nun schliessen, da die elektrische Flüssigkeit das höchstwirkende Mittel durch den Reiz und die Muskelbewegung ist, daß die Natur sie auch zu diesem Endzweck in der thierischen Oekonomie anwende. Nun kamen unsere Physiologen, und bestärkten sich in ihrer Meinung durch die Art, wie sich die Natur ihrer bei den oberwähnten elektrischen Thieren, des Krampffisches, des Zitteraals u. a. m. bedient. In Ansehung dieser Thiere ist die Natur gewissermassen sehr verschwenderisch, und begabt sie mit einem solchen Uibermaß elektrischer Kraft, daß sie auch, nach ihren Gefallen äusserlich damit wirken können, in dem sie durch die unmittelbare, oder mittelst guter Leiter

fort-

fortgepflanzte Berührung Stösse beibringen. Bei allen übrigen Thieren ist die Natur sparsamer, und schränkt sie nur auf den innern Gebrauch, nur auf die thierischen und Lebensverrichtungen ein. Man kann mit Recht sagen, daß die Natur den erstern Waffen und gleichsam Batterien gegeben habe, theils um ihre Feinde anzugreifen und zu überwältigen, theils um sich Nahrung zu verschaffen. Wie man denn weis, daß sie Fische, welche sie nicht erreichen können, durch ihre Elektrizität lähmen und dann haschen. Allen andern Thieren hat sie nur so viel Kraft, die an eine ihrer geborne elektrische Flüssigkeit zu bewegen, gegeben als zuträglich und nothwendig ist zur innern thierischen Oekonomie. Nun setzten sie voraus alle Thiere besassen eine natürlich angeborne Elektrizität, das heißt, eine Kraft, die eigentliche elektrische Flüssigkeit, wenn auch nicht äußerlich doch innerlich aus dem Gleichgewichte, und von einem Theile des Organs zu dem andern zu bringen; nicht aber jene, die nur einigen besondern Fischen eigen, und dahin beschränkt ist, alles was sich ihnen nähert, heftig zu bewegen und zu lähmen.

§. 19.

§. 19. Das waren und mußten (obgleich man sich, wie es scheint, nicht genug erkläret hat) die Voraussetzungen einiger Physiologen seyn; welche wenn sie sich auch nicht die eigentliche, das ist, die mit allen charakteristischen Kennzeichen, Funken, Anziehung u. s. w. ausgerüstete Elektrizität dachten; So mußten sie sich doch ein den thierischen Verrichtungen dienliches Spiel der elektrischen Flüssigkeit denken, und sonderheitlich jenes, welches einen unmittelbaren Bezug mit dem Einflusse der Nerven auf die Muskeln und das Gefühl hat. Ein solches Spiel dieser Flüssigkeit mußten sie sich vorstellen, ob gleich kein äusserliches Anzeichen, keines der gewöhnlichen Merkmale da war, woraus sie erkannt wird, (a) den Schlag ausge-

(a) Das ist: die thierische Elektrizität machte sich durch kein äußerliches Zeichen bekannt; obgleich die von den Physikern in den oben erwähnten Versuchen, erhaltene Zeichen, Zeichen der wahren Elektrizität waren, so beweisen sie dennoch die thierische Elektrizität, in dem Sinne, wie wir sie oben erklärt haben, nicht; alle beweisen eine innere, von der thierischen Oekonomie und der eigenen Wirkung der Organe herkommende Elektrizität, eine durchs Reiben erre-

genommen, den die schon so oft erwähnten besonderen Fische geben. Andere Physiologen machten nicht viel aus diesen schwankenden Hypothesen und Theorien, ja sie bestritten sie noch damit, daß sie ihnen ausser den Mangel wahrer, sichtlicher, elektrischer Zeichen, auch noch die geringe, oder besser die ganz fehlende nur scheinbare Aehnlichkeit, mit den bekannten Gesetzen der Elektrizität, entgegen stellten. (a)

§. 20. Aber wenn auch alle Physiker und Physiologen übereingekommen wären, die wahre elektrische Flüssigkeit, für die erste Ursache der Muskelbewegungen anzunehmen, durch welche in der thierischen Oekonomie auf eine natürliche Art die Wirkung der Nerven auf die Muskeln erregt wird; wovon wir aber noch sehr

erregte äußerliche u. s. w. kurz immer eine künstliche. Wenn ich alle sagte, habe ich vielleicht zu viel gesagt, obgleich ein oder zwei dieser Versuche benanntlich die mit den elektrischen Urin, etwas von einer thierischen anzuzeigen scheinen, aber nicht entscheidend beweisen, wie ich oben (§. 15.) bemerkt habe.

(a) Haller in angef. W.

sehr weit entfernt sind; denn der größte Theil der Physiologen schreibet diese Wirkung ganz was Andern zu, und die aufrichtigsten aus ihnen gestehen, sie gar nicht zu kennen. und nicht zu wissen, weder durch welch ein wirkendes Mittel, noch wie sie hervorgebracht werde. Aber nehmen wir an, sie wären übereingekommen, die eigentliche elektrische Flüssigkeit als dies Mittel anzuerkennen, welch ein Abstand von so einer ungewissen, schwankenden Hypothese, die nicht einmal bestehen kann, bis zu der Entdeckung, welche mit Erfahrungen darthut, und welche die thierische Elektrizität unter die Reihe erwiesener Wahrheiten aufstellt. Dies blieb den Hrn. Galvani aufbewahrt, ihm gebühret also das ganze Verdienst und die Originalität dieser großen und wunderbaren Entdeckung.

§. 21. Die Entdeckung der Aehnlichkeit der elektrischen Materie mit der des Blitzes, durch Herrn Franklin, ist weniger neu und weniger wunderbar. Schon Nollet und andere haben sie vermuthet und gesagt, daß sie den Donner, Bliz und andere Meteore durch die Elektrizität erklären wollten. Ich nehme diese Elektrizität der Gewitterwolken für eine blosse

Ver-

Vermuthung an, die Franklin entdeckte und in ein helles Licht stellte. Jene baueten nun neue Hypothesen, welche diese Elektrizität bestätigten und sie in die Zahl der durch Versuche bewiesenen physischen Wahrheiten setzten. Eben so bewieß unser Galvani durch unumstößliche Versuche die thierische Elektrizität, die vorher zwar von einigen vermuthet, aber von keinen (die des Krampffisches und des Zitteraals ausgenommen,) bewiesen worden war. Er hat also eben so wohl, wie der amerikanische Philosoph das Verdienst einer neuen Entdeckung.

§. 22. Hält man diese zwey Entdeckungen gegeneinander, so scheinet, die Wahrheit zu sagen, die unsers Italieners weniger hervorzustechen; und das zwar, weil durch das Beispiel des Krampfrocheus und anderer elektrischer Fische, schon etwas gewißes über diese Elektrizität bekannt war, anstatt daß alles, was man vor der Entdeckung Franklins, von der natürlichen athmosphärischen Elektrizität wußte, nur Muthmassungen waren. Will man nun strenge mit Hrn. Galvani verfahren, so setze man seine Entdeckung mit der des Hrn. Monnier

nier (a) in eine Klasse. Er entdeckte die Elektrizität der nicht gewitterschwangern Wolken, des Regens, des Schnees, des Nebels und des heitern Himmels, nachdem schon jene der Gewitterwolken bekannt war. So wie man also von dieser Gewitterelektrizität auf die Entdeckung einer sanften und stillen gerieth, die in jedem Zustande der Athmosphäre da ist, eben so konnte man von der kräftigen und stossenden des Krampffisches u. s. w. als der einzigen bekannten thierischen Elektrizität, auf die unendlich schwache und unmerkliche aller anderen Thiere gelangen.

§. 23. Um aber das Verdienst unsers Entdeckers zu erhöhen, muß man bedenken, daß der Schritt von der Elektrizität der Gewitterwolken zu der des jedesmaligen Zustandes der Athmosphäre sehr leicht war, auch war diese obgleich schwache Elektrizität nicht zu weit von der Erde entfernt, den empfindlichen Elektrometern fühlbar, folglich immer, nur vielleicht ein wenig später zu entdecken. Um so schwerer war aber der andere Schritt zu machen, von der Elek-

(a) Mem. de l'Acad. des sciences de Paris, 752. p. 240. 241.

Elektrizität nämlich der oft erwähnten Fische, welche man die Gewitterelektrizität nennen konnte, auf jene aller andern Thiere, die so schwach ist, daß man nicht nur keinen Stoß bekömmt, sondern sie auch den empfindlichsten Elektrometern nicht merkbar wird. Da mußte man also seine Zuflucht zu andern Kunstgriffen nehmen um zur Gewißheit darinn zu gelangen, der dazu erforderlichen anatomischen Vorbereitungen, damit diese äusserst schwache Elektrizität sich in gewissen Organen des Thieres zeige, will ich gar nicht erwähnen.

§. 24. Bei diesem Vergleiche zwischen der athmosphärischen und animalischen Elektrizität will ich noch bemerken, die erste, als die in Augen fallendere, gab Anlaß zu sehr nützlichen Anwendungen im gemeinen Leben. Diese Entdeckung der fürchterlichsten Elektrizität der Gewitterwolken lehrte uns zugleich die Mittel Gebäude, Schiffe, u. s. w. gegen den Bliz sichern. Die darauf erfolgte Entdeckung der Elektrizität der Wolken und des heitern Himmels hat uns zwar mit theoretischen Kenntnissen bereichert, durch welche viele Erscheinungen der Meteorologie erkläret werden; aber dagegen

hat sie uns sehr wenig, bei nahe gar keinen wirklichen Vortheil für die Bedürfnisse oder die Bequemlichkeit unsers Lebens gebracht, und verspricht nicht einmal einen. Im Gegentheil können wir von den, die thierische Elektrizität betreffenden Entdeckungen sagen, zwar nicht von der ersten und ältern, welche beweist, daß die heftige Bewegung, welche man bei der Berührung des Krampfisches und Zitteraals empfindet, die Wirkung der wahren Elektrizität sey, aber wohl von der jünst entdeckten, die darthut, daß allen Thieren ein gewisser Grad von Elektrizität zukömmt, ein äusserst schwacher zwar, der nicht im Stande ist einen Schlag zu geben, sondern nur Zusammenziehungen und Muskelbewegungen in den Thieren hervorzubringen; von dieser letzteren Entdeckung des Hrn. Galvani können wir also sagen, daß sie so wohl für die theoretische als praktische Medizin von den größten Nutzen seyn wird.

Zweiter

Zweiter Abschnitt.

Neu unternommene Versuche über die thierische Elektrizität.

§. 25. Eine Entdeckung von dieser Art, mußte über all, wo man immer von ihr hörte, Erstaunen erwecken; vorzüglich bei uns, da wir sie einem Landsmanne, einem Italiener zu verdanken hatten. Um die Wette wurden diese Versuche alsogleich von vielen nachgemacht. Ich war der erste, welcher (von mehrern meiner Collegen, vorzüglich von Carminati aufgemuntert, der mir sogleich die Abhandlungen Galvani's und Rezia's brachte, auch sich zum Gehülfen anbot) sie zu Pavia wiederholte. Das nämliche that ich auch einige Tage darauf (gegen das Ende der Fasten) zu Mailand.

Ich muß gestehen, voller Unglauben und mit geringer Hoffnung gieng ich an die ersten Versuche, so sehr schienen mir die beschriebenen Erscheinungen unglaublich, und wenn nicht dem ganz entgegengesetzt, doch weit über das hinaus, was man bis itzt von der Elektrizität wußte.

Ich

Ich schäme mich nicht, den Entdecker dieses Unglaubens, und dieser Hartnäckigkeit wegen um Vergebung zu bitten, ich kenne nun nichts wichtigeres und rühmlicheres, als ihn zu erheben, seit ich sie selbst gesehen habe, so schwer mir auch anfänglich das Glauben war. Nun bin ich bekehrt, ich war Augenzeuge, ja ich habe selbst diese Wunderwerke gewirkt, und bin vielleicht von Unglauben zum Fanatismus übergegangen.

§. 26. Uiber einen Monat ist es, daß ich Hand an diese Versuche legte. Ich habe ihrer viele gemacht, sie ausgedehnt und auf mannigfaltige Art verändert und das nicht ohne neue Kenntnisse darüber zu erlangen. Ich habe mich beinahe nur auf die Versuche mit Fröschen eingeschränkt, weil die Reizbarkeit der Muskeln in diesen Thieren mit kaltem Blute länger anhält, und selbst in abgeschnittenen Gliedern fortdauert. Stunden lang gehen die Versuche leichter, und sicherer vor sich und daher brachten sie mich meinen vorgesteckten Ziele näher. Indessen wünschten meine Collegen und ich, daß Versuche auch mit Thieren mit warmen Blute angestellt würden. Einige unserer

jungen Akademiker unternahmen es, und der glückliche Erfolg bestätigte auch in diesem vollkommen die wunderbare Entdeckung des Hrn. Galvani. Diese letztern Versuche, sind so viel ich weis, weder weiter ausgedehnt, noch abgeändert worden. Man begnügte sich damit bewiesen zu sehen, daß die Erscheinungen der thierischen oder eigenen organischen Elektrizität in den Thieren mit warmen Blute, den Hunden, Katzen, Schweinen und andern vierfüssigen Thieren und Vögeln eben so wohl statt hätten, als in den Fröschen, Eidechsen, Fischen und andern Thieren mit kaltem Blute. Ich werde hier keine Rechenschaft von den Versuchen anderer, noch von den wenigen, die ich selbst angestellt habe, ablegen. Denn ich habe bis itzt diesen Versuch einmal mit einem Schafe unternommen, wobei mir Hr. Dr Palleta Wundarzt und Anatomiker von Mailand, in Beiseyn des Hrn. Dr. Baronio und anderer, half. Ein andermal versuchte ihn in meinem Hause mit einer Taube Hr. Valli (a) aus Toskana in Ge-

(a) Dieser biedere, in der Arzneikunde schon graduirte junge Mann der in der hiesigen Uni-

Gegenwart noch einiger Zuschauer. Ich will also nur eine kurze Nachricht von jenen geben, die ich mit mehr Fleiße und Aufmerksamkeit angestellt habe, und die ich, wie ich schon gesagt habe, verändert und bis auf die besondersten Untersuchungen ausgedehnt habe. Auch will ich hier die umständliche Beschreibung, die zu weitläufig gerathen könnte, weglassen, und mich nur auf einen Auszug der vorzüglichern Resultate einschränken, größtentheils jener, welche etwas neueres oder bestimmteres, als die in Hrn. Galvani's Werke befindlichen, enthalten.

§. 27. Da die vornehmsten Versuche über wahre thierische den Organen eigene angebohrne Elektrizität so bestättiget sind, daß kein Zweifel mehr statt findet, so entschloß ich mich die Qualität, Quantität und die Art derselben zu untersuchen. Die Untersuchung der Quantität oder der Stärke derselben, schien mir allen

niversität seinen Studien fortsetzt, hat vorigen Jahrs im April einen Brief über diese Materie herausgegeben, worinn er verschiedene seiner Versuche beschreibt. Einige davon sind neu, wenigstens auf verschiedene Art vermannigfaltigt.

andern vorgehen zu müssen. Was läßt sich Gutes, besonders in der Physik, hervorbringen, wenn nicht alles auf Maaß und Grade berechnet ist. Wie lassen sich die Ursachen abwägen, wenn weder die Stärke noch die Menge und der innere Gehalt der Wirkungen bestimmt ist. Um nun die Stärke der eigenthümlichen angebornen Elektrizität beurtheilen zu können, jener nämlich, welche natürlich in den Organen wirkt, wenn durch nichts als die Anwendung eines ganz metallenen Bogenleiters Zusammenziehungen in denselben, zwischen den Muskeln und den dahin gehörenden Nerven erregt werden. Diese Elektrizität nun beurtheilen zu können, hielt ich fürs beßte, zuerst die Wirkung der künstlichen Elektrizität auf eben diese Organe auf ein gewisses Maaß zu bringen, und das möglich Geringste zu bestimmen, welches erforderlich ist, um in einen solchen Thierchen, es sey nun todt oder lebendig, ganz oder verstümmelt, auf diese oder jene Art zubereitet, oder auch nur in dessen abgeschnittenen Gliedern, solche Muskelbewegungen und Zusammenziehungen hervorzubringen, wie sie durch ihre eigenthümliche und gewissermassen willkürliche Elektrizität in demselben hervorgebracht werden

§. 28.

§. 28. Ich habe aber gefunden, daß auf alle Fälle eine sehr schwache Elektrizität hinlänglich sey, nicht nur kleine Bewegungen und Kolvusionen, sondern sogar munteres Springen und Aufhüpfen in allen Gliedern, besonders aber in den Füssen hervorzubringen; eine beinahe unglaublich schwache Elektrizität macht eben diese Wirkung auf die nach der Art des Hrn. Galvani zubereiteten Frösche, wenn man nämlich ihr Hinterfüsse durch die sorgfältig entblößten Schenkelnerven an den Rumpfe hangen läßt, oder auch nur zum Theil entblößt, den Rumpf abschneidet, und dann ein metallenes Häckchen oder Nadel entweder der Länge nach in das Rückenmark steckt oder aber dasselbe von einer Seite zur andern durchsticht.

§. 29. In, auf diese Art zubereiteten Fröschen bringt eine elektrische Kraft, die den kleinsten Funken nicht zu geben vermag, die an den empfindlichsten Bennetischen Elektrometer keinen Grad mißet, die heftigsten Zusammenziehungen und Springe in den Füssen hervor.

§. 31. Ein auf diese Art zubereiteter Frosch giebt eine Elektrizitätsmesser ab, der

ohne

ohne Vergleich empfindlicher ist als jeder andere. Der Frosch unterläßt nie sichtbare Zeichen auf eine Ladung der Leidner Flasche zu geben, die nicht im Stande ist die feinsten Goldblättchen zu trennen. Aber nicht allein Frösche sind dazu geschickt, sondern auch andere gehörigermassen zubereitete Thierchen, taugen ebenfalls dazu als: Eidexchen, Molche, Mäuse u. s. w. Daß es aber besser mit Fröschen gelingt, mag daher kommen, weil sie ein zäheres Leben haben, und leichter zu zubereiten sind.

§. 31. Diese unbegreiflich geringe Elektrizität, welche keine 10, manchmal nicht 5/100 Minuten eines Grades meines Elektrometers (a) mißet, bringt die erwähnten Zusammen-

(a) Der Flaschen Elektrometer des Herrn Cavallo, welcher von dem Hrn. Saussüre, Bennet, und wenn es zu sagen erlaubt ist, auch von mir verbessert worden, ist bekannt. Meine Verbesserung besteht darinn, daß ich anstatt der dünnen Metallfäden mit den Hollundermarkkügelchen, zwei dünne Streifchen Stroh angebracht habe. Ausserdem, daß ich auf diese Art einen empfind-

menziehungen in den Beinen des Frosches hervor, wenn der Lauf der elektrischen Flüssigkeit grade von den Nerven auf die Muskeln geht, d. h. durch jene auf die innere Substanz der Muskeln geleitet wird. Umgekehrt, wenn der Lauf von den Nerven auf die äussere Fläche der Muskeln geht, werden diese Zusammenziehungen nur durch eine vierfache, manchmal nur durch eine 6 bis 8fache elektrische Kraft hervorgebracht, d. i. auf 20—30 und selbst 100 Minuten eines Grades eben dieses Elektrimeters.

§. 32.

pfindlicheren Elektrizitätsmesser erhalte, gewährt er mir noch denn sehr beträchtlichen Vortheil, daß das Auseinandergehen der einfachen Strohpendeln sich äusserst regelmässig nach der Stärke der Elektrizität richtet. Die Beschreibung davon kann man in dem ersten Briefe über die elektrische Meteorologie im ersten Theile der phys. Bibliothek des Hrn. de Brugnatelli lesen. Hr. Bennet hat nun eben die Zeit um's Jahr 787 anstatt des Drats zwei Streifchen der feinsten Goldblättchen angebracht, und dadurch seinen Elektrometer ungleich empfindlicher aber nicht eben so vergleichbar gemacht. S. Phil. Transakt. B. 77. 1787.

§. 32. Man wird vielleicht fragen, wie ich es mache, diese unmerkliche Elektrizität, diese kleinsten Ladungen einer Leidner oder kleistischen Flasche, unter einem Grade, sebst bis auf 1/4 1/10 eines Grades zu messen. Ich bringe das sehr leichte zu wege, und das mittelst meines Condensators, eines Instruments, welches ich ausführlich in einer besondern Abhandlung (a) beschrieben habe, welches mir in sehr vielen Gelegenheiten gedient hat, die, auf keine andere Art merkbare Elektrizität zu entdecken und zu messen.

§. 33.

(a) Die angeführte Abhandlung, in welcher ich Rechenschaft, von dieser Entdeckung ablegte, wurde in einer Sitzung der königl. Sozietät zu Londen vorgelesen, und dann im Auszuge in den philos. Transakt. fürs Jahr 1782. unter dem Titel: Von der Art die schwächste, sowohl künstliche, als natürliche Elektrizität fühlbar zu machen abgedruckt; durch manche Abänderungen dieser Art, kam ich bald hernach auf eine ausserordentlich bequeme Weise, die darin besteht, daß man die Hand mit einer Art von Handschuh aus gefirnißten oder Wachstaffet bekleidet, mit dieser so bekleideten Hand hält man das Hütchen des Elektrome-

me-

§. 33. Ich machte mir es nun zum Geschäfte über die grössere Leichtigkeit Muskelbewegungen hervorzubringen nachzudenken; nämlich über die viel geringere elektrische Kraft, wenn die positive Elektrizität auf die Nerven, die in den Muskel liegen, die negative aber auf die äussere Fläche eben dieses Muskels geleitet wird, als im entgegengesetzten Falle. Das hat mir gezeigt, daß man die eigenthümliche Elektrizität der Organen, welche durch die blosse Anwendung eines Bogenleiters Zuckungen erreget, als eine sehr schwache Ladung einer Art leidner Flasche betrachten müsse; welche von Seiten des Nerven oder des innern des Muskel negativ

---

meters, berührt man nun mit diesem die Flasche, so entladet sie sich in einen unmerklichen Grade, dieser grossen Vortheil und Bequemlichkeit die unmerklichen elektrischen Ladungen zu messen, war Ursache, daß ich diese Entdeckung in den angeführt 1ten Briefe (S. vorherg. Note) ausführlicher beschrieben, und über dies noch erkläret habe, auf welche Art ich die Stärke der kondensirten Elektrizität, mit was immer vor einen Kondensator, vorzüglich aber mit dem eben erwähnten, berechne.

tiv ist, positiv aber an der äussern Fläche. Folglich fleißt die elektrische Flüssigkeit in einer natürlichen Entladung von dieser auf jenen, oder von den äussern Theilen auf die inneren, nicht aber von innen, oder den Nerven auf die äussere Fläche wie Hr. Galvani vermuthet hat.

§. 34. Ich sagte, die natürliche Elektrizität zeige eine aus dem Gleichgewicht gebrachte Flüssigkeit zwischen den Nerven und den dazu gehörigen Muskel, oder zwischen den äussern und innern Theilen des letztern an, und gleiche einer schwach geladenen leidner Flasche oder müsse wenigstens so betrachtet werden. Hr. Galvani betrachtete sie eben so, und wir anfänglich mit ihm. Nun aber machten viele neue Versuche, (einen Theil davon habe ich eben angeführt,) daß wir diese Sache bald unter diesen, bald unter jenen Geschichtspunkt brachten, immer aber entfernte sich die Aehnlichkeit mit der leidner Flasche mehr oder weniger. Einige dieser neuen Ideen werde ich ganz kurz anführen, sie aber zu erklären, und zu berichtigen behalte ich mir vor, wenn allenfalls fernere Versuche oder neue Resultate es nothwendig machen sollten.

§. 35. Man mag nun die Aehnlichkeit mir der leidner Flasche beizubehalten oder nicht, so bleibt es doch durch häufige von mir angestellte und auf alle Arten vermannigfaltigte Versuche bewiesen, daß eine ungleich geringere elektrische Kraft erfordert wird Muskelzusammenziehungen zu erregen, wenn man die elektrische Flüssigkeit von den Nerven auf die innern Theile des Muskels selbst, als wenn man sie von den Nerven nur auf die äussern Theile des Muskels leitet.

Immer aber wird ein merklicher Unterschied in dem elektrischen Zustande des Nervens in Beziehung auf den Muskel statt finden. Diese Disposition, dieser Zustand macht, daß der Nerve, oder der innere Theil des Nerven die elektrische Flüssigkeit gewissermaßen reizt und einladet in ihn zu dringen, während der äussere Theil eben dieses Muskels sie herauszutreiben strebt. Damit will man anzeigen, daß beide Theile die Entladung eines Konduktors oder einer kleistischen Flasche begehren. Wenn also die positive Kraft an die Nerven, die negative aber an die Muskeln gebracht wird, so bedarf es einer ungleich kleinern Ladung als

im

im entgegengesetztn Falle, in welchen letztern ein doppeltes Entgegenstreben da ist, nämlich von Seiten deß Nerven, der lieber nimmt, als giebt, und von Seiten der äussern Flache des Muskels, welcher lieber mittheilt, als annimmt.

§. 36. Wenn also durch Hülfe der elektrischen Flüssigkeit die Zusammenziehungen und die willkürlichen Bewegungen auch in einem lebendigen unverstümmelten Thiere erregt werden, wie man glauben muß, und wenn, wie zu vermuthen ist, diese auf die leichteste Art bewirkt werden, wenn man die erwähnte Flüssichkeit von dem Hirn durch die Nerven auf die Muskeln treibt, so bedarf es also einer ungleich kleinern Kraft auf diese Art, als um sie in die Höhe zu treiben. Obgleich auch auf diese letzte Art eben die nämlichen Bewegungen hervorgebracht werden können, nur muß eine größere Kraft, das heißt entweder ein schnellerer Lauf, oder eine grössere Menge elektrischer Flüssigkeit angewendet werden. Doch davon für itzt genug.

§. 37. Wir wollen lieber auf andere eben so merkwürdige, als interessante, Bemerkungen fort-

fortgehen. Die grosse Anzahl von Versuchen die ich vorzüglich mit Fröschen, lebendig, zerschnitten, auf andere Art verstümmelt, kurz nach ihrem Tode, oder Stunden, ja Tage lang darnach angestellt habe, gaben mir zum Nachdenken und mannigfaltigen Bemerkungen Anlaß. Mangel an Zeit aber zwingt viele davon wegzulassen, und mich nur auf jene einzuschränken, die sich als wahr bestimmen lassen. Von dem scheinbaren bis zu dem völligen Tode geht man durch vier Stuffen, oder so viel verschiedene Zustände, wovon jeder eine ziemliche Dauer hat.

§. 38. Meine Bemerkungen lehrten mich diese vier Stuffen der Stadien des Todes zu unterscheiden. Eine jede hat ihre bestimmte Kennzeichen, und ist, wie gesagt, von einer ziemlichen Dauer. Die erste davon ist die Asphixie oder der scheinbare, der 4te und letzte aber der völlige, gänzliche Tod, der an die Fäulniß gränzt. Die zwey andern, die zweyte und dritte Stuffe zeigen sehr lange verschiedene Grade von Lebenskraft. In der zweyten ist noch so viel Lebenskraft da, daß anfänglich durch die blosse Anwendung der gehörigen Metallbelegungen und ihren Verbindungen die lebhaftesten

Muskelbewegungen hervorgebracht werden, und das kraft der eigenthümlichen thierischen Elektrizität, welche noch in den abgeschnittenen Gliedern vorhanden ist. Die dann nach und nach an Kraft abnimmt. Verlöschet diese angeborne eigenthümliche Elektrizität, oder bleibt sie unempfindlich, so beginnet die dritte Stuffe des Todes, in welchen die Muskeln nur dann einiges Gefühl, und die gewöhnlichen Bewegungen verrathen, wenn man sie durch die künstliche Elektrizität reizt. Anfangs reicht der schwächste Grad derselben zu, nach und nach aber muß man die Kraft derselben verstärken, und endlich kann man sie selbst durch den Donner einer leidner Flasche in keine Bewegung setzen, und dann sind sie völlig todt.

§. 39. Ich würde zu weitläufig werden, wenn ich deutlich erklären wollte, in was eigentlich der Unterschied und die Kennzeichen jeder dieser Stuffen oder Stadien bestehe, wie viel man Hoffnung habe, ein in dem zweyten oder dritten Grade todtes Thier durch die bekannten Mittel ins Leben zurückzuruffen oder neue Mittel es zu versuchen ausfindig zu machen. Dies zu erklären und näher zu beleuchten,

ten, behalte ich mir auf die kommenden Abhandlungen vor, die ich noch herausgeben will. Hier will ich nur noch sagen, daß der Tod langsamer vor sich gehe, als man glaubt, und daß jede dieser bestimmten und von einander unterschiedenen Stuffen ziemlich lange dauren, und sich in die Länge ziehen, freilich nicht immer gleich, da vielerlei Ursachen Einfluß auf ihre Dauer haben.

§. 40. Vor allen bringt schon die verschiedene Natur der Thiere einen grossen Unterschied hervor, vorzüglich in Rücksicht auf das Blut; denn Thiere mit kaltem Blute haben gemeiniglich ein zäheres Leben. Dann sind Thiere der nämlichen Klasse, des nämlichen Geschlechts mit mehr Lebenskraft begabt, als andere; selbst die Thiere einer und eben derselben Gattung sind durch ihr Alter, Konstituzion, ihre Kräfte u. s. w. von einander unterschieden.

§. 41. Was aber am meisten auf die kürzere oder längere Dauer eines jeden Grades der Lebenskraft wirkt, ist die Art des Todes

ob

welchen das Thier leidet, ob es nämlich jähe oder nach und nach stirbt.

§. 42. Darüber habe ich sehr viele Versuche angestellt, und noch mehrere zu machen mir vorgenommen, ich habe in Rücksicht auf Kraft und Dauer jeder dieser Stuffen oder Stadien sehr viele Frösche untersucht, wovon ich einige vor Hungers sterben, oder sonst verschmachten ließ, andere tödtete ich in lauen und wärmern Bädern, andere starben unter starken Schlägen oder Verstümmlungen, noch andere durch wiederholte elektrische Schläge, und endlich manche durch einen einzigen solchen Schlag. Alle meine Bemerkungen darüber habe ich pünktlich in meinem Tagebuche aufgezeichnet, welches ich dem Publikum vorlegen werde, sobald ich, wie ich mir vorgenommen habe, diese Versuche auf andere Todesarten (vorzüglich durch verschiedene Luftarten (a) und Gifte) und auf andere Thiere werde verbreitet haben.

§. 43.

(a) Mit mephitischen Dämpfen habe ich es nur einmal versucht, und erstickte 3 Frösche in Schwefeldampf. Da fand ich, daß dieser Dampf das wirksamste Mittel

sey,

§. 43. Ich ende nun diesen Aufsatz, den ich über die vornehmsten Resultate der angestellten Versuche, über die thierische Elektrizität gemacht habe, und mache zugleich bekannt, daß ich, ohne die Nerven zu entblössen, ohne irgend einen Schnitt oder Schlag, nicht nur in einen lebenden, sondern auch gesunden und unversehrten Frosche, ohne Beihülfe einer fremden sondern bloß durch die Erweckung der eigenthümlichen Elektrizität, und der nöthigen Belegungen, eben die Zusammenziehungen, Zuckungen, Krämpfe und Sprünge errege, welche man erhält, wenn man die Thiere auf Hrn. Galvani's oder auf eine andere zubereitet. Noch mehr auf meine Art kann ich, durch das Abändern der Belegungen diese Bewegungen auf alle Theile des Thiers verbreiten.

§. 44.

---

sey, mit dem Leben auch allen Uiberrest von Lebenskraft zu tödten; so daß hart auf die Asphyxie der völlige Tod folget, und daß in wenigen Minuten die Zeichen der eigenthümlichen thierischen Elektrizität verschwinden und gleich darauf eine Unempfindlichkeit folget, welche die stärkste künstliche Elektrizität zu erwecken nicht im Stande ist.

§. 44. Der Versuch ist folgender, man bindet oder befestiget auf irgend eine Art einen Frosch, ohne ihn jedoch zu verwunden, auf ein Brettchen oder auf einen Tisch, läßt die Hinterfüsse in die Höhe halten und bekleidet was immer für einen Theil des Körpers (am besten das Rückgrad oder die Lenden) mit einen Blei oder Zinnblättchen, am schicklichsten sind dazu die Metallblättchen, derer sich die Vergolder zum falsch versilbern bedienen; dann legt man auf einen andern Theil, z. B. auf oder unter die Füsse oder Schenkel, ein Stück Münze, einen Schlüssel, Löffelstiel, oder was immer für eine Metallplatte, nur Zinn und Blei ausgenommen. Endlich verbindet man diese zwey Belegungen, indem man die bewegliche an den Saum der andern bringt, oder mittelst eines Messingdrates, welcher den Konduktor vorstellt. Und nun ergreifen den Frosch Zusammenziehungen beinahe in allen Gliedern, in einigen mehr, in andern weniger, besonders heftig aber bewegen sich die Muskeln der Füsse.

§. 45. So wie diese Belegungen auf andere Theile des Körpers gebracht werden, so gerathen auch die Muskeln des Un-

terleibes, oder die Füsse, der Hals und der Kopf in krampfhafte Bewegungen, selbst das Rückgrad krümmet sich, als ob es von einen heftigen Tetanus ergriffen worden wäre.

§. 46. Diese neue Versuche mit ganzen, unversehrten Fröschen, sind ungleich auffallender, als jene, welche mit abgeschnittenen Gliedern und entblößten Nerven angestellt worden sind. Auch sind sie lehrreicher, wenigstens in der Hinsicht, daß sie uns dahin leiten, dem Gange und Stande der thierischen Elektrizität in lebendigen, gesunden und unversehrten Thieren gewissermassen auf die Spur zu kommen. Ich denke mir sie, als eine langsame Bewegung, die entweder durch einen Kreislauf oder eine einfache Oszillazion, oder aber (was ich mir noch nicht zu sagen traue) durch eine andere Bewegung der elektrischen Materie, zwischen den Muskeln und Nerven, und zwischen andern festen und flüssigen Theilen des Körpers geschieht, weil alle, zwischen mehr und weniger, gute Leiter sind, keiner aber so vollkommen, daß er mit den Metallen verglichen werden könnte.

§. 47. Nimmt man an, die elektrische Flüssigkeit sey so lange durch den ganzen Körper des Thieres, und selbst in dessen abgeschnittenen Gliedern in einer beständigen Bewegung als Lebenskraft in ihnen ist. Setzt man voraus, daß es Wirkung der Organisation und der Lebenskraft sey, daß sie sich unaufhörlich in ihrem Laufe in einigen Theilen, durch ihre Menge oder Kraft aus dem Gleichgewicht bringe, z. B. zwischen den Nerven und den Muskeln, oder zwischen den innern und äussern Theilen des letztern, und daß sie kraft ihrer eigenen Elastizität wieder eben so unablässig strebe sich ins Gleichgewicht zu setzen, und sich durch so viel andere Kanäle, die zarten Häutchen, Gefässe, Säfte, so wie, und so viel sie nur immer kann, ableite; jenachdem nämlich die leitende Kraft dieser Körper es ihr erlaubt. Ich versuchte die Ruhe in dem Thiere, das heißt in jenen Muskeln zu erhalten, die zum immerwährenden Wirken nicht bestimmt sind, ohne jedoch den natürlichen harmonischen Ton in der erwähnten Bewegung der elektrischen Materie zu stören, oder ihren Lauf zu ändern, oder ungewöhnlich zu beschleunigen, oder eine grössere Menge auf diesen oder jenen Theil des Kör-

pers

pers zu häufen. Wenn dieß geschieht, so gerathen diese Muskeln in Zusammenziehungen. Wie übt nun unsere elektrische Flüssigkeit eine solche ausserordentliche Gewalt aus?

§. 48. Zweyerlei Ursachen, sagte ich, könnten den harmonischen Kreislauf, oder was immer für eine Bewegung der elektrischen Flüssigkeit zwischen den Organen des Thieres hervorbringen, nämlich innerliche und äusserliche Ursachen.

§. 49. Die innerlichen werden wieder auf zweyerlei Ursachen zurückgeführt: nämlich 1) auf die Wirkung des Willens, dieser beschleuniget, oder vermindert, oder hemmt den Lauf ganz, oder richtet ihn auf gewisse bestimmte Theile oder Muskeln, die er bewegen will.

2) Auf zufällige kranke Ursachen, welche die leitende Eigenschaft dieser oder jener Theile mehr oder weniger in Unordnung bringen. Sie machen z. B. daß sie mehr oder weniger von Säften durchdrungen werden, als sie es seyn sollten. Diese Säfte sind mehr oder weniger zähe, salzicht, ölicht u. s. w. wodurch ihre Eigenschaft sich gehörig fortzubewegen verändert,

dert, und die elektrische Flüssigkeit bestimmt und gezwungen wird, häufiger und schneller als gewöhnlich durch einige dieser Leiter zu fliessen, weil sie auf der andern Seite von andern gehindert wird.

§. 50. Die äusserlichen Ursachen sind wieder zweyerlei: 1) die Wirkung der künstlichen Elektrizität, welche durch ihre Entladung die elektrische Flüssigkeit widernatürlich in diesen oder jenen Theil des Thieres zwingt. Dahin gehören alle Versuche durch Funken und Schläge der künstlichen Elektrizität Zusammenziehungen zu erregen.

2) Zwey metallische nicht zn kleine und von einander getrennte Belegungen, welche mit einander verbunden werden, wovon wir eben gehandelt haben.

§. 51. Leichte mußte ich nun begreiffen, daß solch eine Anwendung der Belegungen und des leitenden Bogens den Lauf der elektrischen Flüssigkeit nicht wenig beschleunigen, und eine grössere Menge derselben auf irgend einen belegten Theil des Körpers anhäufen müßten, weil troz dem Bestreben derselben von einem

Orte

Orte auf den andern zu fliessen, ihre Bewegung im natürlichen Zustande des Körpers, dennoch langsam ist, so daß sie nicht einmal Kraft genug hat, die zu den willkürlichen Bewegungen dienliche Muskeln in Bewegung zu setzen. Das aus dem unterbrochenen Gleichgewicht entstandene Bestreben ist an sich selbst nicht groß, sondern vielmehr klein, überdieß muß diese Flüssigkeit alle dazwischen stehende unvollkommene Leiter durchdringen, dergleichen alle thierische Substanzen, Muskeln, Nerven, Häutchen, Säfte u. s. w. sind, wovon keiner, wie ich schon gesagt habe, mit den Metallen verglichen werden kann. Die gehörigen Belegungen aber erlauben der hinlänglichen Menge elektrischer Flüssigkeit einen freien und schnellern Durchgang, bis die Muskeln erschüttert werden, in welche diese Materie dringt, und sie reizt. Die ganze Kunst besteht also darinn, der elektrischen Materie Gelegenheit zu verschaffen einen häufigern und schnellern Durchgang zu finden, welches sie zwar von selbst zu thun strebt, und auch wirklich ohne diese Hülfe, nur langsam und vertheilt durch alle innerliche leitende Theile, thut. Dieser plötzliche Durchgang wird durch äusserlich angebrachte gute

me-

metallene Leiter, oder Belegungen, womit man diese Theile reichlich, wenigstens von einer Seite bekleidet, und durch einen leitenden Bogen hervorgebracht, welcher diese Belegungen untereinander verbindet, und welcher ganz aus Metall bestehen muß.

Wäre er nicht ganz Metall, und käme ein anderer, an sich selbst eben nicht schlechter Leiter, Wasser z. B. dazwischen, so unterbleibt die Wirkung. Die Ursache davon ist klar. Das Wasser ist kein so vortrefflicher Leiter als es die Metalle sind. Auch ist es zufälliger Weise kein besserer Leiter, als andere saftige thierische Theile, vielleicht noch weniger leitend als jeder andere; folglich nicht tauglich weder eine grössere Menge elektrischer Flüssigkeit, noch mit einer grössern Gewalt von einem Theile des Thieres auf einen andern zu bringen, welches alle innerliche Theile, Häutchen, Gefässe, Säfte u. s. w. als natürliche Leiter thun. Man muß sich also eines ganz metallenen nicht einmal durchs Wasser unterbrochenen Bogens bedienen um einen solchen gewaltsamen Uibergang der elektrischen Flüssigkeit zu bewirken, welcher dann die Zusammenziehungen

gen

gen erregt. (a) Diese Bemerkung, die ich gemacht habe, daß ein nicht ganz metallener Konduktor in diesem Falle nichts tauge, bestätiget meine Gedanken über das unterbrochene natürliche Gleichgewicht, und über die Bewegung der elektrischen Materie in den Theilen der Thiere.

§. 52. Diesen Gedanken zufolge, habe ich diese neuen Versuche mit lebenden und unversehrten Thieren, mit den schon angezeigten Erfolge unternommen. Ich habe sie aber nicht al-

---

(a) Die geringste Unterbrechung, wenn nämlich die zwey Ende des metallenen Konduktors im Wasser sich berühren, hindern zwar die Wirkung nicht, anders aber ist es, wann zwischen diese zwey Ende, was immer für ein anderer, weniger leitender, flüssiger oder vester Körper kömmt, er mag so fein und dünne seyn, als er nur immer will. Angenehm ist es zu sehen, wenn z. B. das dünnste Papier zwischen diese Ende gesteckt, die unmittelbare Berührung verhindert, so erfolgen keine Zusammenziehungen, erscheinen aber in den nämlichen Augenblick, als man das Papier herauszieht, und die Ende als Konduktors sich berühren.

allein mit Fröschen, sondern auch mit Aalen und andern Fischen, mit Eidechsen, Molchen, Schlangen und was noch mehr ist, mit kleinen Thieren mit warmen Blute, Mäusen und Vögeln angestellt. Damit es aber mit den letztern gelänge, mußte ich zum Theil die Haut in die Höhe heben. Ich zweifle also auch gar nicht an einen günstigen Erfolge mit grösseren Thieren. Versuche mit diesen werden um so überraschender seyn, da diese Thiere dem Menschen, wenn auch nicht durch ihr äusserliche, doch durch ihre innerliche Struktur sehr nahe kommen. (a)

Zweite

(a) Versuche mit menschlichen Gliedern, mit abgenommenen Armen und Beinen sind schon von Hrn. Galvani und seinen Collegen angestellt worden, und der Erfolg hat der Erwartung entsprochen. Es wurden Zusammenziehungen in den Muskeln, und Bewegungen in den Fingern und Zehen erreget. Welches der belobte Hr. Verfasser in einem in der phys. Biblioth. eingerückten Briefe an Hrn. Carminati beschreibet, und auch von andern bezeuget wird.

wird. Die Nerven aber wurden von ihnen auf die gewöhnliche Art zubereitet, entblößt nämlich, isolirt, und mit Metallblättchen belegt. Davon aber ist hier nicht die Rede, sondern darum zu thun, auf meine Art eben diese Zusammenziehungen in den Gliedern hervorzubringen (sie mögen vom menschlichen oder thierischen Körper getrennt oder noch mit ihm verbunden seyn) ohne die Nerven zu entblößen, sondern nur, wie ich es mit den vierfüssigen Thieren versucht habe, die Haut über den Muskel aufzuheben, und ihn zu belegen.

Zweite Abhandlung
über die
thierische Elektrizität.

§. 1. In der vorhergehenden Abhandlung hatte ich mich nur darauf eingeschränkt, einen allgemeinen Begriff der Versuche, die ich seit zwey Monaten (so lange ist es, daß ich mich in das Feld der Entdeckungen des Hrn. Galvani wagte) über die thierische Elektrizität angestellt habe, zu geben; da ich aber die vorzüglichsten Resultate nur obenhin berührt habe, so halte ich es nun für nothwendig, eine umständliche Beschreibung davon zu machen. Eben so, wie meine ersten Untersuchungen darauf gerichtet waren, die geringste künstliche Elektrizität zu bestimmen, die im Stande ist in Fröschen oder andern kleinen Thieren, eben die Bewegungen und Zusammenziehungen zu erregen, welche ihre eigenthümliche und angeborne in ihnen erregt. Und da ich glaube, daß diese Unter-

tersuchungen über alle jene Versuche, welche ich in der Folge über diese thierische oder organische Elektrizität anstellen kann und werde, ein grosses Licht verbreiten müßen, so erachte ich für nöthig diese jenen folgen zu lassen. Ich fange also auch damit an, daß ich eine gedrängte Beschreibung jener Versuche liefere, welche die schwache künstliche auf die erwähnten kleinen Thiere, Frösche, Mäuse u. s. w. angewandte Elektrizität betreffen.

§. 2. Ich fing damit an, die Wirkung der künstlichen Elektrizität an einem Frosche zu versuchen, ich hielt ihm entweder bey dem Kopfe oder an einen Fusse und ließ auf verschiedene Theile seines Körpers Funken vom Konduktor einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine oder von der Trommel eines Elektrophors fallen, diese Funken schwächte ich nach und nach, bis ich sie auf den kleinen Grade der Kraft hatte, die hinlänglich ist, den ganzen Körper zu erschüttern, und ein allgemeines Aufhüpfen zu erregen; von diesem stieg ich nun bis auf den kleinsten Grad der Elektrizität herab, welcher eine beinahe nur merkliche Zusammenziehung eines Muskels oder einer Fiber bewirkt.

Der

Der kleinste, am hellen Tage sichtbare Funke verräth sich kaum durch ein leises Knistern, und doch erregte er, wenn nicht gleich die erste Wirkung, so doch immer die zweyte nämlich örtliche Bewegungen, die bald darauf allgemein wurden.

§. 3. Es ist nicht einmal nothwendig, daß so ein schwacher Funke einen Theil des Thieres unmittelbar berühre, wenn das Thier nur zwischen den elektrisirten und einen andern metallenen Konduktor steht, welcher mit jenen entweder unmittelbar durch den Frosch, oder durch einen dritten, vierten u. s. w. Konduktor verbunden ist, und daß der Frosch ein Glied dieser Kette macht, damit die elektrische Materie ihren Weg durch ihn nehmen müsse.

§. 4. Auch ist es nicht einmal nothwendig, daß die Kette von Konduktoren und der Frosch isolirt seyen, wenn sie nur auf den Tische oder selbst auf den Boden liegen. Ein jeder Funke welcher z. B. mit einer metallenen Kugel, die das erste Glied dieser Konduktorkette ausmacht, in der Entfernung von zwey Linien, von einer, ja selbst unter einer, genommen wird, muß

freilich

freilich sehr schwach seyn, wird aber den Frosch nicht wenig erschüttern, vorzüglich, wenn er so zwischen zwey Konduktoren zu liegen kömmt, daß er einen mit dem Kopfe und den andern mit den Füssen berührt.

§. 5. Wie gesagt, ist es nicht nothwendig diese Konduktorenreihe zu isoliren, sie können wo immer, nur in einer ununterbrochenen Verbindung liegen. Die Ursache davon ist, damit die elektrische Flüssigkeit, es mag derselben viel oder wenig seyn, eben so plötzlich durch alle dringe, wie es bei den Entladungen durch Schläge geschieht, wo sie vorzüglich den bessern Leitern folgt. Zweytens läuft zur nämlichen Zeit ein Theil in die minder guten Leiter, den Tisch, nicht zu trocknes Holz, den Fußboden, und daher wird eine stärkere Entladung nothwendig um den zwischen metallenen oder andern guten Leitern liegenden Frosch stark zu erschüttern, wenn sie mit dem Frosche nicht isolirt sind, oder wenn sie es alle sind, bis auf den letzten, welcher auf alle Fälle mit dem Fußboden verbunden seyn muß, um eine vollkommene Entladung zu erhalten.

§. 6.

§. 6. Vortheilhaft ist es also die Konduktoren, mit welchen man die Funken vom Konduktor der Maschine nimmt, sammt den an sie befestigten Frosch zu isoliren, welcher auf der andern Seite wieder durch einen guten, langen nicht isolirten Leiter, einen eisernen Drat oder Kette mit dem Fußboden kommunizirt muß.

§. 7. Vor allen dient die Leidner Flasche den Frosch zu bewegen. Bedient man sich des Konduktors der Maschine, so muß ein kleiner, wo nicht ein mittelmäßiger Funke genommen werden. Bei der Leidner Flasche braucht die Entladung zu eben diesem Zwecke in keinen sichtbaren Funken überzugehen. Auch braucht der Frosch nicht die Flasche zu berühren, genug ist es, wenn er nur einen Theil des leitenden Bogens ausmacht.

§. 8. Es ist in der That wunderbar anzusehen, was für Erschütterungen die schwächsten Entladungen der kleinsten leidner Flaschen hervorbringen. Das wunderbare wird nur dadurch vermindert, wenn man bedenkt, daß die Ladung der leidner Flasche von einem Grade

die

die des Konduktors ebenfalls von einem Grad hundertmal an Menge der elektrischen Kraft übertreffe. (a)

§. 9.

(a) Das habe ich in einer Abhandlung bewiesen, welche unter dem Titel: Von der Fähigkeit der elektrischen Leiter, und dem Schlage, welchen ein einfacher Konduktor, der leidner Flasche gleich zu geben vermag, in des 1ten Bandes 4 und 5ten Theile der opuſculi ſcelti di Milano 1778. und in des 13ten Bs 1te Th. des Journal de Phyſiq. Avril 1779. eingerückt iſt. Ich fand damals, daß ein Quadratzoll Belegung der leidner Flaſche oder des franklinischen Vierecks einen zilindriſchen Konduktor 6 Schuh lang und 1/2 Zoll im Diameter an Kraft gleich käme; der Durchmeſſer könnte auch gröſſer seyn, denn, wie ich dort beweiſe, trägt er wenig zu seiner Kraft, noch weniger aber die Länge bey. Ich fand, daß eine Flaſche von 16 Zoll Belegung beinahe einen 96 Schuh langen 1/2 Zoll im Diameter meſſenden Konduktor von verſilberten Holze an Kraft gleiche. Wir theilten nun zwiſchen dieſen und jene eine elektriſche Ladung, und die Schläge waren ſo viel wir urtheilen konnten, ſich gleich. Die Flaſche war nicht

§. 9. Die Quantität der elektrischen Materie in einer kleinen Flasche von wenigen Zollen Belegung mag so klein seyn, als sie will, wenn sie auch keinen sichtbaren Funken beym Entladen giebt und nur durch die empfindlichsten Elektrometer gemessen werden kann, ist dennoch hinlänglich, den Frosch zu erschüttern.

§. 10. Nimmt man zu diesen Versuchen einen ausgeweideten, auf Hrn. Galvani's Weise zubereiteten Frosch, so daß seine Hinterfüsse nur durch die entblößten Schenkelnerven mit dem Rumpfe zusammenhängen, so erschüttert ihn eine noch geringere Kraft, eine Kraft des Konduktors, welche in keinen Funken übergeht, und, und eine der leidner Flasche, welche meinen Stroheleketrometer nicht einmal auf einen Grad trennt. Die Ursache dieser so großen Em-

---

die beßte, sondern zu dicke im Glase. Nach der Zeit habe ich gefunden, daß Flaschen von feinern Glase, und frischer Belegung die Kraft sehr erhöhen, denn 1 Zoll Belegung glich nicht nur einem im Diameter 1 Zoll messenden 6 Schuh langen Konduktor an Kraft, sondern selbst einen von 8—10 und mehr Schuh langen.

Empfindlichkeit liegt darinn, weil die ganze elektrische Materie gezwungen wird ihren Durchgang nur durch die Schenkelnerven zu nehmen.

§. 11. Es wird also nur ein sehr kleiner Zufluß elektrischer Materie erfordert, der im Körper, vorzüglich die Nerven auf schnelleste durchdringe, um in den Muskeln die bekannten Bewegungen hervorzubringen. Ich sage aufs schnellste denn wird dieser Durchfluß durch mangelhafte Leiter verzögert, so gelingen diese Versuche sehr leichte gar nicht. Zu diesen Versuchen ist, wie ich schon mehrmal gesagt habe, die kleinste Entladung hinlänglich.

§. 12. Eine andere Art diese Zusammenziehungen zu erhalten, dörfen wir nicht vorüberlassen. Wenn man nämlich von einen großen Konduktor ein starken Funken nimmt und ihn auf ganz andere Seite, als der Frosch mit den Konduktorn liegt, leitet. Ein Mensch z. B. nimmt den Funken, welcher ihn bis an die Fußsohlen erschüttert, unter welchen die elektrische Materie in den Fußboden dringt — der Frosch liegt unterdessen viele Schuh weit vom elektrischen Konduktor, und berührt, oder ist wenig-

stens sehr nahe an einen guten unelektrischen, zum Theil isolirten Leiter, der bis auf den Fußboden reicht. So oft nun der Mensch den Funken nimmt, geräth der Frosch in Konvulsionen.

§. 13. Auf die Fragen, wie, und warum geschieht das, und was für eine elektrische Materie, wenig oder viel, durchlauft mit einemmal den Frosch? Wird jener leichte antworten, der die Wirkung der elektrischen Athmosphäre kennt. Sie ist die Flüssigkeit, welche von den untenstehenden Konduktorn auf den elektrisirten geleitet worden ist, diese Flüssigkeit kehrt auf dem nämlichen Wege durch alle diese auf dem Tische liegenden Leiter, zwischen denen der Frosch liegt, auf ihren alten Ort zurück, in eben den Augenblick, als diese drückende Athmosphäre, durch die Entlockung eines Funkens, welcher sie ganz oder zum Theil entladet, zerstreuet wird.

§. 14. Es wäre unnöthig, mich dabei aufhalten, die Wirkungen der so genannten **Elektrizität des Druckes** (Electricitá de pressione) zu erklären, und auf diesen Fall anzuwen-

wenden. Wer die Theorie davon kennt, dem brauche ich nichts mehr sagen; sie jenem begreiflich zu machen, der keinen Begriff davon hat, würde mich zu weit führen, denn ich müßte von den Grundbegriffen anfangen. Sie ist eines der Grundsätze der Elektrizität, auf welches sich der größte Theil ihrer Erscheinungen gründet. Durch sie allein, (nur muß man eine richtige Anwendung von der Wirkung der elektrischen Athmosphäre machen,) läßt sich das Laden und Entladen der isolirenden Platten, die Kraft der Spitzen, die Gesetze der elektrischen Bewegungen, das Spiel der Elektrophore, der Kondensatoren u. s. w. sehr geschickt erklären. Wie ich es selbst (a) in verschiedenen Dissertationen, und viele Andere in Zeitschriften gezeigt haben. Uiber die Erscheinung des Zurückflusses der elektrischen Materie in die unten liegende

(a) In den Abhandlungen über das Elektrophor, über den Kondensator, über die Kraft der Leiter ꝛc. In den Briefen über die elektrische Meteorologie. In den auserlesenen Werken. Im Roziers Journal. In der physischen Bibliothek ꝛc.

de Leiter ins besondere hat Mylord Mahon (a) sehr viel Licht verbreitet, dieser zeigt, wie es kommen könne, daß jemand dadurch nicht nur heftig erschüttert, sondern auch getödtet werden könne, und diesen Schlag nennet man einen zurückkehrenden Schlag (The returnig Stroke).

§. 15. Es darf uns also nicht mehr Wunder nehmen, daß ein Frosch sich bewegt, der in der Nähe was immer für eines nicht isolirten, einige Schuhe von dem elektrisirten Konduktor der Maschine entfernten Leiters liegt, so oft ein starker Funke genommen, und auf einen ganz andern Weg geleitet wird, vorzüglich wenn dergleichen Leiter groß und ausgedehnt sind, und sich auf dem nämlichen Tische befinden. Ist in diesem Falle die Elektrizität stark, und wird sie auf einmal mit einem starken Funken entladen, so wird man zwischen den auf dem Tische liegenden, sich nicht berührenden Konduktoren Funken bemerken, ein klarer Beweis von dem Zurückflusse der elektrischen Flüssigkeit wie wir eben gesagt haben. Da nun eine geringe

(a) Principles of Electricity. 1779. London.

ringe Menge, die nicht einmal einen sichtbaren Funken giebt, (§. 7. und folg.) den Frosch bewegt, wenn nur etwas davon von einem tüchtigen Konduktor auf denselben geleitet wird, und da eine noch viel geringere Menge hinlänglich ist, den Frosch recht stark aufspringen zu lassen, wenn er ausgeweidet, und die Schenkelnerven, durch welche die Füsse noch mit dem Rumpfe zusammenhängen entlößt sind. (§. 10) So ist es also und vorzüglich in diesem Falle nicht notwendig, weder vom elekrtisirten Konduktor eine so starke Ladung zu uehmen, noch ihn so nahe an die auf die unten liegenden Leiter und den Frosch zu bringen, wenn diese nur nicht ausser dem Kreise seiner Wirkung liegen, die sich sehr weit über jene Entfernung erstreckt, in welcher man einen Funken erhalten kann; man erhält z. B. einen mittelst großer Metallkugeln in der Entfernung von 1 Zolle; die wirkende elektrische Athmosphäre wird ihm in der Entfernung von 2 3 4 und mehr Schuhen erreichen, je nachdem nämlich der Konduktor groß und tüchtig ist.

§. 16. Auf diese Art verlieren alle im ersten und zweyten Abschnitte der Abhandlung

des

des Hrn. Calvani beschriebene, und auf den zwey ersten Tafeln abgebildete Versuche (a) alles Uiberraschende. Zu bewundern bleibt aber immer die so grosse Empfindlichkeit, vorzüglich der auf seine eigene Art zubereiteten Frösche und anderer kleiner Thiere, auf den elektrischen Reiz, durch welchen, so wie er sie durchdringt, alle Glieder in Bewegung gerathen.

§. 17. Nicht, als ob die grossen Thiere nicht eben so empfindlich wären, da sie durch eine

---

(a) Ich will hiemit den Verdiensten des Hrn. Calvani gar nicht zu nahe treten, sondern nur sagen, daß diese Versuche hier wenig oder in gar keine Rechnung kommen können. In ihrer Art bleiben sie zwar immer schön, und was noch mehr ist, sie haben ihn zu der grössern, zu der wunderbarern Entdeckung der angebornen thierischen Elektrizität geführt, die er so vortrefflich im 3ten Abschn. seiner Abhandl. bewiesen hat. Diesem habe ich schon in der vorhergehenden Abhandlung das gehörige Lob beigelegt. Der Werth dieses Abschnittes des Hrn. Calvani wird immer vollkommen und unangetastet bleiben, wenn man gleich die andern, als minder nützlich wegstreichen wollte, welches sie doch nicht sind, denn auch sie haben ihren Werth.

eine so kleine Quantität elektrischer Flüssigkeit, welche nicht nur einzelne Glieder, sondern den ganzen Körper dieser kleinen Thiere erschüttert, nicht in Bewegung gerathen; sondern diese Flüssigkeit zerstreut sich zu sehr in ihren grossen Körpern. und wird auf so vielerlei leitenden Wegen, welche ihr so viele Fibren, Gefässe, Säfte ꝛc. darbieten, abgeführt. In kleinen Thieren hingegen, sind der Fibern weniger, durch welche sie zu gehen hat, und je enger diese Kanäle sind, die sie durchdringt, je mehr reizet und wirket sie auf dieselbe. Etwas ähnliches (§. 10) habe ich schon oben, ebenfalls in Rücksicht auf diese Thierchen gesagt, wo die elektrische Materie (wenn man einen oder ein paar Hauptnerven) als die Schenkelnerven bei einem Frosche ihrer Bedeckungen entlediget, sie bloß läßt und isolirt) gezwungen wird, nur durch diese ihren Lauf zu nehmen. Man schneide ein Stück von einem, zu willkürlichen Bewegungen dienenden Muskel eines grossen Thieres z. B. von den Gefäßmuskel (gluteus) der Länge nach ab, nicht dicker aber, als der Schenkel eines Frosches ist, und man wird sehen, daß dieß Stück Muskel eben so gut in krampfhafte Bewegungen gerathen wird, so wie

es

es von eben dieser schwachen Elektrizität durchdrungen wird.

§. 18. Ich rede hier immer von einem plötzlichen oder wenigstens genug schnellen Uebergange der elektrischen Flüssigkeit, und geht dieser in die Nerven oder Muskelfibern, besonders aber in die erstern (§. 10) so bringt auch die geringste Quantität dieser Flüssigkeit starke und heftige Zusammenziehungen hervor. Geschieht dieser Uibergang, häuft sich diese Materie irgend wo, oder wird sie zerstreut, so entstehen keine Bewegungen. Das geschieht auch, wenn man einen Frosch ganz oder zubreitet auf den Konduktor einer elektrischen Maschine hängt, und ihn mit derselben recht stark ladet, so bleibt der Frosch ruhig, bis nicht ein Funke genommen wird; vermehrt man aber die Elektrizität noch vielmehr, so erscheint irgendwo an der äussersten Theilen des Frosches, an den Füssen z. B. ein starker elektrischer Strahlenbüschel. Eben das nämliche geschieht auch, wenn man den Frosch auf die Trommel eines Elektrophors legt, und sie wechselweise niedersetzt und aufhebt, wie sich nun die Elektrizität der Trommel durch das Nähern und Entfernen

än=

ändert, so ändert sich auch jene des Frosches. Eben so wenn man den Frosch die Luft einer stark mit elektrischer Materie imprägnirten Stube aussetzt, wenn nämlich die Fäden eines kavallischen Flascheneleftrometers ihre Wände berühren u. s. w.

§. 19. Der Uiberfluß oder Mangel der Elektrizität in der ganzen Beschaffenheit des Körpers, oder eine stockende Elektrizität oder das einfache Baad, wirkt also auf unser zubereitetes, äusserst reitzbare Thierchen nicht, wenigstens nicht so, daß sie die Empfindlichkeit und die Reizbarkeit der Muskeln bis zur Entstehung der Zusammenziehungen, erregte, welche auf den Uibergang eines sehr geringen Theil elektrischer Flüssigkeit zu geschehen pflegen.

§. 20. Betrachtet man dies aufmerksam so sieht man, daß der elektrische Zustand der Athmospäre wenig oder gar keinen Einfluß auf die thierische Oekonomie, wenigstens in Rücksicht auf die Muskelbewegungen haben kann. (a) Eben

(a) Die Kraft dieser natürlichen athmosphärischen Elektrizität auf die thierische Oekonomie

Eben daher läßt sich wenig oder gar nichts von der Anwendung der künstlichen Elektrizität, als elek-

---

nomie und das Wachsthum der Pflanzen, ist zu übertrieben. Ihr allen Einfluß auf die organischen Körper absprechen zu wollen, wäre ebenfalls zu viel. Am besten wird man zu rechte kommen, wenn man sagt, daß ihr Einfluß nur sehr geringe sey. So fürchterlich mächtig sie auch in der obern Region, in den Gewitterwolken seyn mag, so ist sie doch selbst an den von Gebäuden oder Bäumen nicht beschatteten Orten einige Schuhe über die Erde kaum merklich. In Mannshöhe von derselben geben die empfindlicheren Elektroskope kaum ein Zeichen, und läßt sie sich ja fühlen, und misset 6. 8. 10 und mehrere Grade, (welches doch äusserst selten geschieht,) so ist dies nur die Elektrizität des Druckes die sich den Körpern äusserst langsam mittheilt. Was für eine Wirkung kann nun eine so sanfte Elektrizität in den organischen Körpern hervorbringen? dieß läßt sich leicht durch die Vergleichung derselben mit der lebhafteren künstlichen Elektrizität des Druckes beurtheilen, welche ebenfalls keine Veränderung hervorbringt. Brächte man eine jede Sache auf ihren wahren Werth zurück, wie viele Wirkungen würden

elektrisches Bad in der Heilung der Krankheiten erwarten. Um irgend eine sichtbare Wirkung bei der Anwendung der medizinischen Elektrizität auf andere bekannte Arten zu erhalten, muß man die elektrische Flüssigkeit plötzlich oder durch Schläge von einem Theile auf den andern treiben, und ihren Lauf so richten, daß sie die Nerven und Fibren u. s. w. reitze. Man muß gestehen, daß die mediz. Elektrizität troz der vielen Anhänger, die sie gehabt hat, und noch hat; die Fortschritte noch nicht gemacht habe, die sie zu versprechen schien (a).

§. 21.

---

den aufhören inadäquaten Ursachen zu geschrieben, und neuen Untersuchungen unterworfen, besser durch andere Prinzipien erklärte werden. (S. meine angef. Briefe über die elekt. Meteorol. besonders den 4ten in einer langen Note.)

(a) Unter so vielen Werken über die Anwendung der Elektrizität auf die Arzneikunde ist das vollständigste und richtigste, welches gleich weit von der Schwärmerei, als von der unmässigen Zweifelsucht entfernt ist, folgendes Werk de l'Application d'Electricité á la Physique & á la Médecine: par A. *Paets* van *Troostwyk*, & C. R. T. *Krayenhoff*. Amsterdam. 1788.

§. 21. Wir kehren nun zu unsern Frosch zurück, welcher ganz, vorzüglich aber dessen Füsse in Bewegung gerathen, bei dem plötzlichen Uebergange einer geringen Quantität elektrischer Kraft aus den Fußboden in die Füsse, oder umgekehrt. Diese Quantität kann unglaublich verringert werden, wenn die Schenkelnerven entblößt werden, und sie gezwungen wird, nur durch diese engen Kanäle ihren Lauf zu nehmen. Damit war ich aber noch nicht zu frieden, sondern ich wollte mit mehr Genauigkeit die Stärke der Elektrizität bestimmt haben, welche hinlänglich ist, den Frosch sanft oder stark auf diese oder jene Art, in Bewegung zu setzen. Um die Stärke auf ein gewisses Maaß und gewisse Grade zu bringen, bereitete ich mir eigene Elektrometer (da die gewöhnlichen nicht mehr hinreichten) und Kondensatoren zu, da aber auch diese, die so schwache Ladung auf keine Art mehr anzeigten, so bauete ich mir zu diesem Behufe einen kleinen Apparat, den ich kurz beschreiben will.

§. 22.

(a) Gern hätte ich die Figur, die ich dazu zeichnen ließ, beigefügt, aber es mangelte

§. 22. Dieser Apparat besteht aus zwei sechs mehr, oder weniger Zoll langen Glassäulen oder Röhren, welche unten auf einen Brettchen bevestiget, und oben mit Propfen von Kork oder andern weichen Holze versehen sind, um den Frosch, Eidechsen ꝛc. mittelst einiger Nadeln daran bestestigen zu können. Gemeiniglich bevestigte ich auf der einen den Kopf, oder einen Vorderfuß, auf der andern aber einen Hinterfluß, so daß der zweyte denselben zwischen den Säulen herabhieng; bei dem Durchflusse der elektrischen Entladung gerathen alle Glieder, selbst jene, welche sich nicht auf seinen Wege befinden in Zusammenziehungen. Bei der Wiederholung dieses Versuches, bevestigte ich manchmal beide Hinterfüsse an eine Säule; ein andermal stecke ich die Hinterfüsse an beide Säulen fest und ließ den Rumpf herabhängen ꝛc.

§. 23.

---

gelte die Zeit sie stechen zu lassen. Ich hoffe aber der Leser, welcher meine Versuche wird nachmachen wollen, wird auch ohne Abbildung aus meiner Beschreibung sich einen deutlichen Begriff von denselben machen können.

§. 23. Der auf diese Art aufgehangene Frosch, ist genugsam isolirt, so daß die ganze Menge der elektrischen Materie die man darauf leiten will, gezwungen wird, vereint durch den Körper zu fliessen, ohne auf andere Leiter geführt zu werden. Daher kömmt es auch, daß eine viel geringere Menge, als sonst hinreicht, die Glieder welche sie durchdringt, in Zusammenziehungen zu versetzen. Es ist zwar wahr, daß trockenes Holz, im Vergleiche mit dem thierischen Körper dessen Theile alle voller Säfte sind, so wenig leitend ist, daß man wenig verlöre, wenn man den Frosch geradezu auf ein Brettchen heftete, welches nicht feuchte ist. Man verlöre beinahe gar nichts, wenn das Brettchen sehr trokken wäre. Ich wollte aber durch die zwei beschriebenen Glassäulen eine vollkommene Isolirung erhalten, die genau, geschwinde, und sicher sey.

§. 24. Dieser kleine Apparat hat den Vortheil, daß jede Art von Elektrizität, die sowohl der Leidner Flasche als des einfachen Konduktors sehr leichte durch das Thierchen geleitet werden könne.

§. 25.

§. 25. Ich komme nun auf das wichtigste dieses Apparats nämlich die angewandte elektrische Kraft genau zu messen, und auf vergleichbare Grade zu bringen. Auf einer andern, mit Siegellak überzohenen, folglich gut isolirten Glasröhre eines Schuhes hoch, ist ein zwey Schuh langer und einen Zoll breiter Konduktor von versilberten Holze wagerecht, errichtet, auf dessen einem Ende ist ein Henlyscher oder Quadranteneleftrometer, der empfindlichste in seiner Art aufgesteckt. Da wir diesen Quadranteneleftrometer in der Folge so oft werden nennen müssen, so wollen wir ihn der Kürze halber mit Quadr. Electr. anzeigen.

§. 26. Auf den andern Ende ist ein Flaschen Elektrometer von dünnen Strohfäden errichtet; 16 Grade von diesen gehen auf einen des Quadranteneleftrometers. Wenn dieser also noch kein Zeichen einer Elektrizität giebt, so-

(a) Auch an diesen Elektrometer habe ich beträchtliche Verbesserungen angebracht, welche in den schon oft erwähnten Briefen über die Meteorologie enthalten sind. S. 1ten Brief.

so trennen sich schon die Fäden des erstern. Wir wollen das Instrument Microelektrometer nennen, und abgekürzt Micr. el. schreiben.

§. 27. Dieses Flaschen-Elektrometer-Micr. el. ist mit einen Schüsselchen versehen, welches dessen obern Theil (Kopf) umgiebt, und dazu bestimmt ist, die Elektrizität dichter zu machen, dadurch nämlich, daß man um die Hand ein Stück gewichsten oder gefirnißten Taffts, wie einen Handschuh schlägt, und den Micr. el. während daß die Elektrizität hineindringt, hält. Der Grade, die man mittelst dieses Handschuhkondensators erhält, gehen gewöhnlich 50 auf einen des Quad. el. Wir wollen sie also 50 m. eines Grades oder Grade des mikroelektrometrischen Kondensators nennen; verkürzt Gr. des Micr. Cond. (Condensators).

§. 28. Daraus erhellet, daß auf einen Grad des Quad. el. wie schon (§. 26) gesagt worden, 16 Gr. des Micr. el. gehen, dieseglei-chen wieder 800 Gr. des Micr. Cond. oder ein Grad von diesen ungefähr ist 1/800 des ersten. Wenn also die Ladung der leidner Flasche so klein ist, daß sie nicht einmal 1 Gr. des gewöhnlichen Micr.

el.

el. mißt, so erhalte ich durch Hülfe meines Handschuhkondensators 4. 6. 8. 10 Grade auf den Micr. Cond. Die Ladung der Flasche wird also verhältnißmässig 50 m. eines Grades der Micr. el. und 800 m. des Quad. el. betragen.

§. 29. Um gewissermassen einen Begriff der Stärke zu geben, welche mit den Graden der Elektrizität, der erwähnten Instrumente, deren ich mich dazu bediene, in Verhältniß steht —— will ich erst von den starken Ladungen reden, welche wenige Flaschen aushalten. Ich bringe sie bis auf 70 Grade meines Quad. el. Diese 70 Gr. (Grade eines Zirkels, werden der Schwierigkeit wegen, den Pendul, wie er über 40 steigt, höher zu treiben, über 40 hinaus nach meinen Kalkul und meinen Verbesserungen auf 85 bis 90 berechnet. (a) Wenig Flaschen halten, wie gesagt, solch eine Ladung aus, ohne sich selbst zu entladen, oder zu zerspringen. Uiber dieß ist eine Ladung von 40 bis 50 solcher Grade nicht selten im Stande, eine Eidechse, einen Frosch oder Maus zu tödten, oder wenigstens ohnmächtig hinzustrecken.

(a) S. ebenangef. Briefe.

§. 30. Die schwächste Elektrizität betreffend, welche eigentlich unsere Sache ist, habe ich zu sagen, daß, da man sie von einen einfachen, nur 2 Schuh langen Konduktor, durch das kleinste Funkchen erhält, welches nicht einmal kinstert; welches in keiner Entfernung sondern nur durch die Berührung mit einem Metalle entlockt werden kann, und nur im dunkeln sichtbar ist, so muß diese Elektrizität 1 oder 2 Grad des Quad. el. oder 20 bis 25 Gr. des Micr. el. betragen. Wäre der Konduktor aber grösser, so könnte eine Elektrizität von 10 und weniger Gr. des Micr. el. hinreichend seyn.

§. 31. Je nachdem die Flasche ist, kann eine Ladung von zwei, bon einem, selbst von weniger als einen Grad des Micr. el. hinlänglich seyn. Ein Fläschchen von 12 Zoll Belegung, dessen ich mich meistens bediene, muß bis auf 2 oder 3 Grade geladen werden, um einen Funken mit einen ganz metallenen Leiter, der in Dunkeln kaum sichtbar ist, ziehen zu können. Unter 2 Graden bekomme ich gar keinen.

§. 32. Eine so schwache Ladung, welche kaum die Fäden des Mikroelektrometers bewegt, kaum das kleinste Leinfädchen oder Stückchen Goldblättchen bewegt, verursacht mir weder auf der Nasen Spitze, noch auf den Augenliede oder Zunge die geringste Sensanzion wenn ich sie berühre. Um sie nur merklich und kaum empfindlich machen, muß man sie verdoppeln und wenigstens auf 4 Gr. des Micr. el. bringen.

§. 33. Wie unendlich schwach müssen also diese Ladungen seyn, wenn sie dem Micr. el. unempfindlich sind, und man Zuflucht zu dem Kondensator nehmen muß; und mit diesen erhält man nur 4. 6. 8 Grade des Micr. Kond. welche 50 m. eines Grades des Micr. el. und 800 m. des Quad. el. (§. 27. 28) ausmachen. Was wir oben (§. 7) nur angezeigt haben, wollen wir nun klar darthun: daß noch weniger von dieser Kraft nothwendig ist, (eine Ladung nur von 2 Graden des Micr. Kond.) um einen auf Galvani's Art zubereiteten Frosch in krampfhafte Bewegungen zu versetzen. Man muß aber die Entladung durch die Nerven auf die

Mu=

Muskeln gehen lassen: umgekehrt gehen die Bewegungen nicht vor sich.

§. 34. Dieß glaubte ich nothwendig, daß Maaß und die Grade der Elektrizität betreffend, vorausschicken zu müssen, um in der Beschreibung meiner Versuche verstanden zu werden, und damit, wenn andere allenfalls dieselbe nachmachen wollten, sich an diese bestimmten Grade halten, und gleiche Resultate herausbringen könnten. Um nicht Langweile zu verursachen, will ich nur kurz jene Versuche anführen, bei welchen ich die Umstände fleißiger angemerkt, und die Grade der angewandten elektrischen Kraft genauer gemessen habe. Ich habe diese Versuche mit Fröschen in jeden möglich Zustande angestellt, mit gesunden und frischen, mit schwächlichen, mit ganzen und geköpften, mit durchstochenen, zerschnittenen Rückenmarke, und mit auf andere Arten gemarterten; ich ließ sie diese Martern entweder kurz vor den Versuchen, oder eine Stunde, auch einen ganzen Tag zuvor ausstehen; hatte ich sie nun auf diese Art mit der schwächern und stärkern künstlichen Elektrizität versucht, so bereitete ich sie erst auf die Art des Hrn. Galvani zu, und versuchte sie

aufs

aufs neue, nicht nur um zu wissen, wie klein die künstliche Elektrizität seyn könne um die Muskeln in Bewegung zu bringen, sondern auch, ob sie noch Zeichen der eigenthümlichen angebornen Elektrizität und in welchem Grade geben. Aus den vielen ähnlichen Versuchen einer Art, werde ich immer einen auswählen, und als Muster der Resultate aufstellen, mit welchen beinahe alle andere analogen Versuche übereinkommen.

§. 35. Ich fange mit dem Versuche mit den Fröschen voller Kraft und Leben an, welche von einem Funken des auf ungefähr 10 Gr. des Quad. el. elektrisirten cylindrischen Konduktors durch den ganzen Leib erschüttert wurden. Eine Elektrizität von 6—8 Graden brachten leichte Zusammenziehungen in den Füssen, und eine von 4—5 Gr. noch geringere Bewegungen hervor. Denn es ist ziemlich eins, ob die Elektrizität des Konduktors durch Uibermaaß oder durch Mangel entstehe? Ob die Ladung von den Kopf auf die Füsse, oder umgekehrt, oder von einem Fusse auf den andern geleitet werde. Doch wenn der eine Fuß an diese und der andere an jene Glassäule bevestiget ist und der

Kopf

Kopf herabhängt, so verursachen schon 3 Grade des Quad. el. und selbst weniger (a) (30 ungefähr des Micr. el.) einige Wirkung.

§. 36. Mit einem Frosche, dem man den Kopf abgeschnitten, und ein Nadel oder Drat ins Rückenmark gestochen hatte, giengen die Versuche, beinahe wie mit ganzem Frosche von sich. Wenn ja ein Unterschied da war, so bestund er nur darinn, daß die Zusammenziehungen durch eine geringere elektrische Kraft erreget wurden

§. 37. Bedienet man sich der kleinsten leidner Flasche von ungefähr 3 Quad. Zoll Belegung (die aber immer die Kraft eines einfachen Konduktors 10 bis 12 übertrift) so reicht eine 4 bis 5mal kleinere Kraft, das ist, eine Ladung von 5 bis 6 Gr. des Micr. el. zu.

§. 38.

(a) Da meine Microelektrometer mit dünnen langen Strohstreifchen nicht bis auf 30, sondern nur 20 höchstens 24 Grade zeigen und dann die Wand des Fläschchens berühren, so bediene mich bei dieser Gelegenheit eines andern mit kürzern und dickern Strohstreifchen; Ein von Grad diesen gleichet 4 Graden des erstern und 1/4 Gr. des Quad. el.

§. 38. 2 oder 3 Grade eben dieses Micr. el. bei einer Flasche von 12 Quad. Zoll Belegung bringen eben diese Wirkung hervor.

§. 39. Mit grössern Flaschen gewinnet man wohl noch etwas, aber nicht viel; denn mit einer Flasche von 30 Quadratzoll Belegung braucht man um einen Frosch ganz zu erschüttern 2 bis 3 Gr. des Micr. el. und mit einer von 96 Zoll Belegung einen oder etwas weniger.

§. 40. Hier muß ich noch anmerken, daß die kleinsten Zusammenziehungen manchmal nur in den Zehen und ein andermal in den Fibern des Schenkels blicken lassen. Wird die so äusserst geringe Elektrizität um etwas vermehrt, so ziehen sich diese Bewegungen durch den ganzen Fuß, endlich gehen sie auch in andere Theile des Körpers über, in das Rückgrad, welches sich krümmet ꝛc.

§. 41. Im ganzen gleicht die Empfindlichkeit eines ganzen oder nur geköpften Frosches, jener eines Frosches, den man durch eine durchs ganze Rückenmark gestochene Nadel ge-

tödtet hat, und jener, der vom Rumpfe getrennten Hinterfüsse. Uiber eine Stunde lang nach diesen Verstümmlungen dauert diese Empfindlichkeit beinahe in dem nämlichen Maaße fort, so daß die ganze Zeit hindurch durch die Elektrizität des einfachen Konduktors von 10 Gr. des Quad. el, die starken Zusammenziehungen, die geringeren aber von einer Kraft von 5 bis 6 Graden (§. 35) hervorgebracht werden. Die Ladung der kleinsten Flasche von 5 bis 6 Gr. des Micr. el.; und von 2 bis 3 Gr. des Quad. el. der Flasche von 12 Quadratzoll Belegung (§. 37 und 38) thut die nämliche Wirkung.

§. 42. Ein so kleiner Funke, wie wir ihn (§. 31. 32.) beschrieben haben, bringt in den Gliedern unsers lebendigen oder todten Thierchens so eine grose Wirkung hervor. Aber sie wird zu nichts, wenn man sie mit der ungleich geringern Kraft vergleicht, die erfordert wird, um einen auf die Art des Hrn. Galvani zubereiteten Frosch in eben die Bewegungen zu versetzen.

§. 43. Hängt der hintere Theil des Frosches durch seine entblößten Schenkelnerven

noch

noch am Rumpfe, so sind 2 oder höchstens 3 Gr. des Micr. el., nicht der leidner Flasche sondern nur des einfachen Konduktors (§. 25) genug um denselben stark zu erschüttern. Bedienet man sich nur der Flasche von 12 Zoll-Belegung so ist 1 Gr. des Micr. el. hinlänglich ihn aufhüpfen zu machen; noch weniger, selbst nur 16 Gr. des Micr. Cond. (§. 24.) reichen ebenfalls zu.

§. 44. Diese Elektrizität reicht zu, wenn man die Ladung oder den Strom derselben, von den Rückenmark oder Nerven auf die Schenkeln und Füsse, oder von diesen auf jene richtet. Leitet man sie aber nur von dem Rückenmark auf die Beine, so haben die Konvulsionen bei einer 4. 6 bis 8mal geringern elekt. Kraft statt; d. i. durch 2 oder 3 Gr. des Micr. Cond. wenn man sich der Flasche und 2 bis 3 Gr. des blossen Micr. el. wenn man sich des Konduktors (§. 25) bedient.

§. 45. Was für Folgen lassen sich nun aus dieser durch tausend von mir mit der größten Genauigkeit angestellten Versuche bewiesenen Bemerkung ziehen. Daß eine ungleich kleinere

elek-

elektrische Kraft erfordert wird Muskelbewegun- zu erregen, wenn man ihr die angezeigte Richtung giebt; doch davon habe ich schon in einen andern Aufsatze an den Hrn. D. Baronio (a) und auch in der vorhergehenden Abhandlung geredet.

§. 46. Wir wollen vielmehr zu dem zurückkehren, was unsere ganze Aufmerksamkeit verdient. Wie eine so unbegreiflich kleine Elektrizität, eine 40 bis 50mal geringere Ladung der leidner Flasche, als jene, welche durch die Berührung eines Metalls einen im dunklen kaum sichtbaren Funken geben kann; eine 20 und mehrmal geringere, die auf meinen so empfindlichen Elektrometern nur einen Grad mißt; eine so geringe Ladung, welche das äusserst empfindliche Bennetische Elektroskop mit feinen Goldblattstreifchen nicht einmal bewegt, im Stande sey die Füsse eines zubereiteten Frosches zu bewegen?

(a) S. Galvani's Abhandlung über die thierische Elektrizität; wo dieser Brief angehängt ist.

§. 47. Dieser thierische Elektrometer, mit Recht kann man ihn so nennen, übertrifft alle andere noch so empfindliche Elektrizitätsmesser, durch das Anzeigen der schwächsten Ladungen. Eben so schwach geladene Flasche, untersucht man sie mit dem erwähnten Bennetischen Elektroskop (der Kondensator nur könnte allenfalls noch Zeichen geben) so findet man sie nicht geladen, der zubereitete Frosch beweist aber durch Zusammenziehungen das Gegentheil.

§. 48. Da eine so schwache künstliche Elektrizität, welche den feinsten Elektrometern unmerklich bleibet, so viel in den thierischen Organen vermag, so glaube ich, ist es leicht zu begreifen, daß eine eigenthümliche den Organen angeborne, ebenfalls sehr schwache Elektrizität, welche auf keinen Elektrometer wirkt, eben diese Zusammenziehungen hervorbringen könne.

§. 49. Eine solche Elektrizität, eine aus dem Gleichgewicht zwischen den thierischen Theilen gebrachte elektrische Flüssigkeit, von einer solchen Stärke, daß sie unsere Elektrizitätsmesser bewege, ist so lange unmöglich, als die leiten-

de Fähigkeit der Fibren, der Gefässe und der Säfte bestehet. Die Natur hat daher die Nerven mit so viel Empfindlichkeit und die Muskeln, mit so viel Reizbarkeit versehen, damit die, auf jede andere Art unmerkliche elektrische Kraft, die Muskelbewegungen und Zusammenziehungen zu erregen im Stande sey. Eine ähnliche Erscheinung, die zum Beyspiel dienen kann, haben wir am Lichte, welches nicht des geringsten empfindlichen Druckes fähig ist z. B. auf seinem Wege nicht eine Feder oder einen andern leichten Körper bewegen kann, wirkt doch, und schadet den Seh-Nerven durch ein jähes starkes Licht, es wirkt selbst durch ein schwächers aber seltnes Licht ziemlich lebhaft auf ihn. Man darf sich also nicht wundern, wenn eine so kleine, schwache Quantität einer andern ätherischen, äusserst feinen, dem Lichte (a) ähnlichen

---

(a) Ich will damit nicht gesagt haben, daß das Licht und die elektrische Flüssigkeit eins und eben dasselbe, sondern nur eine Modifikation desselben sey. Alle ihre Eigenschaften machen sie zu einer Flüssigkeit sui generis, und ihr Geruch und Geschmack zu einer aus Licht (und zwar aus den feingen-

lichen Flüssigkeit, wie die elektrische ist, sich aller Nerven bemeistern, die vielleicht eben so oder weniger fein sind oder besser welche in Beziehung auf sie gleich reizbar sind, daß sie sich also derselben bemeistere, dieselben reizte und aufrege, und durch diesen Reiz die Bewegungen und Zusammenziehungen in den dazu gehörigen Muskeln hervorbringe.

§. 50. Es wäre also, nur auf die Nerven und nicht auf die Muskeln, daß die elektrische Materie unmittelbar wirkte, ihre Wirkung wäre nur auf jene zu erregen eingeschränkt.

Sie

---

sten und dünnsten) zusammengesetzten Flüssigkeit. Die Analogie, die ich zwischen der Elektrizität und dem Lichte, der Wärme, u. s. w. finde, besteht darinn, daß beide zu der unendlich feinen, elastischen, nicht merklich schweren Luft- oder gazartigen Flüssigkeiten gehören, welche man ätherische Flüssigkeiten nennen könnte.

Meine Gedanken, die ich von der Natur und den Bestandtheilen der elektrischen Flüssigkeit habe, und die Resultate als Folgen verschiedener neuer Versuche nehme ich mir vor bei einer bequemern Gelegenheit zu erklären.

Sie bewegt sich durch dieses oder jenes Glied des Thieres, mit einer selbst den ausgesuchtesten Elektrizitätsmessern unmerklichen Stärke. Gerade dies zu glauben, zwingen mich eine Menge neu angestellter Versuche, welche ich sogleich anführen werde. Die erste und vorzüglichere Wirkung der auf diese Art bewegten elektrischen Flüssigkeit besteht darinn, den Nervensaft in Bewegung zu setzen, und als Folge davon auch die Bewegungen der wirklichen Muskeln hervorzubringen.

§. 51. Daß diese und andere, vorzüglich aber die willkührlichen Bewegungen von der Wirkung und dem Einflusse der Nerven abhängen, darüber sind wir mit dem bessern Theil der Physiologen einverstanden. Halten wir uns dabei auf, so scheint es, als ob wir durch unsere elektrische Flüssigkeit, unsere thierische Elektrizität, etwas gewonnen hätten. Wenn wir aber ja etwas gewonnen haben, so ist es gewiß nicht so viel, als die ersten Versuche uns zu hoffen berechtigten. Es ist wahr, wir haben in dieser durch die Organisazion selbst in Bewegung gesetzten Flüssigkeit, ein eigenes die Empfindlichkeit der Nerven reitzendes, ein un-

unmittelbar wirkendes Mittel entdeckt, was freylich viel, aber lange noch nicht genug ist. Wir wären gern weiter vorwärts gegangen, auch schienen wir nahe an dem zu seyn, für gewiß annehmen zu können, daß die elektrische Flüssigkeit selbst, durch ihre eigenthümliche reizende Kraft die Muskeln bewege; woher auch ihre Zusammenziehungen entstehen. Da wir aber dahin gebracht wurden, ihr nur die Wirkung auf die Nerven zuzugestehen, wie weit blieben wir nicht hinter dem Ziele, zu welchen wir gekommen zu seyn glaubten. Wir erklären uns diesen vornehmsten Reiz der Nerven, wir wissen, woher er kömmt, aber wie er hernach die Muskelkraft in Bewegung sezt, das bleibt noch immer ein Problem.

§. 52. Wir waren nur froh, daß wir dies Problem gelößt, und Licht über eine Sache verbreitet hatten, welche noch so dunkel bei den Physiologen war; weil doch viele bei dieser nicht genug verstandenen Wirkung, oder diesen Einfluß der Nerven auf die Muskelbewegungen stehen bleiben musten; denn sie wusten sich nicht zu erklären, durch welchen Mechanismus oder Mittel, sich die Wir-

Bayerische Staatsbibliothek München

kung eines von seinen entfernten Ursprunge an, sanft gereizten Nervens auf ihm ganz, bis auf die äußersten Aeste verbreite; und wie sie von da auf die Muskeln übergehe und so heftige Zusammenziehungen hervorbringe. Wir glaubten dies durch unsere elektrische Flüssigkeit erklären zu können, welche von den Nerven auf die Muskeln überläuft und sie auf der Stelle reizt. Obgleich nun diese Physiologen die Irritabilität der Muskeln für eine ihnen eigenthümliche, ihnen angeborne Kraft hielten, so nahmen sie doch ihre Zuflucht zu einer Zwischenwirkung, oder Vehikel, durch welches sie die Nerven auf die Muskeln wirken lassen konnten; dabei überließen sie sich nun den Hypothesen. Sie schrieben nur den festen Theilen des Nerven diese Wirkung zu, nahmen ein Zittern, eine Vibration an, welche sich von einem Ende bis zum andern fortpflanzte; dann setzten sie (was dazumal, und izt noch der größte Theil thut) eine gewisse feine Materie voraus, welche sie mit dem Namen der Lebensgeister belegten, gaben ihnen ein doppeltes Amt; die äussere Eindrücke nämlich, mittelst der Nerven ins Sensorium commune zu bringen, und die Muskeln willkürlich zu bewegen. Dies ist der große

Schritt

Schritt, den wir, nach dieser Entdeckung, und den Ideen des Hrn. Galvani, den Urheber derselben, zu folge, gethan zu haben glaubten. Wir nahmen an, das Mittel gefunden zu haben, durch welches die Nerven den Muskeln gebieten, oder wenigstens den Nervensaft, welchen man mit den Namen der Lebensgeister belegen wollte, zu kennen. Dies war die elektrische Flüssigkeit, und ihre vorzüglichste Verrichtung sollte seyn, von den Nerven ihren natürlichen Leitern auf die Muskeln zu fließen, und unmittelbar, als ein ihnen eigener natürlicher Reiz auf sie zu wirken. Wie schön war dies alles nicht erklärt? Aber alle diese scheinbaren und verführerischen Erklärungen und selbst jene, welche den ersten allgemeinen Anscheine angemessen sind, werden selten durch eine fortgesetzte strengere Untersuchung bestättiget und nicht selten werden wir gezwungen rückwärts zu gehen, und einen Theil der gemachten Entwürfe, wozu eine neue Entdeckung uns Hoffnung machte, fahren zu lassen. (a)

(a) Beyspiele dieser Art anzuführen wäre sehr leichte, ich begnüge mich ihrer nur

zwey

Dies war hier auch der Fall. So wie ich diese Entdeckung durch mannigfaltige neue Versuche beleuchtet hatte, mußte ich endlich wahrneh-

---

zwey auszuheben und das erste von der Elektrizität herzunehmen. Was haben sich nicht Physiker und Aerzte von der auf die Medizin angewandten künstlichen Elektrizität versprochen, und was hat nun diese heilsame Kunst, der beinahe verlassenen medizinischen Elektrizität zu danken? Das nämliche geschah beinahe mit der Entdeckung, die Respirabilität verschiedener Luftarten zu messen, man gab vor, durch die sogenannten Eudiometer jede gute und üble Eigenschaft der Luft unterscheiden zu können; da doch alles nur dahinaus lief, mit diesem Instrumente nur eine einzige der Eigenschaften, derer die athmosphärische Luft fähig ist, nämlich die Grade der Respirabilität oder richtiger die Quantität der enthaltenden reinen Lebensluft zu messen. (Man sehe den von mir verfaßten Artikel Eudiometer in dem von Hrn. Scopoli übersetzten Macquerschen chemischen Wörterbuche.) Dadurch, daß man schöne große Entwürfe aufgeben, die zu hochgespannten Segel wieder herab lassen muß, wollen wir die kühnen Versuche neue Entdeckungen zu machen, nicht verdammen. Nein im Gegentheile wünschen wir

nehmen, daß das Spiel der elektrischen Flüssigkeit in den thierischen Organen, ungleich mehr eingeschränkt sey, als Hr. Galvani und ich mit ihm geglaubt hatte, und daß ihre unmittelbare Wirkung, (wie oben §. 50. gesagt worden,) sich nur auf die Nerven erstrecke.

53. §. Läugnen will ich aber dennoch nicht, daß diese Flüssigkeit nicht auch unmittelbar auf die Muskeln wirken, sie durch sich selbst reizen und in Zusammenziehungen versetzen könne. Eine starke Elektrizität, ein lebhafter stechender Funke, welcher den Muskel trift, kann und muß dies eben so gut, als jeder andere Reiz thun. Aber hier ist die Rede von der schwächsten thierischen, und den empfindlichsten Elektrometern unmerklichen Elektrizität, und diese, da sie die Muskeln nicht unmittelbar reizen kann, affizirt nur die Nerven

wir jeden anzufeuern, seine Verstandeskräfte anzuwenden, neue Dinge zu entdecken, und die Gränzen der schon entdeckten zu erweitern: wenn man sich nur gefallen läßt, zurückzutreten, so bald man merkt, zu weit gegangen zu seyn, und alles auf seinen wahren Werth einzuschränken bereit ist.

sen empfindlich, welche diese Wirkung auf jene fortpflanzen. Wie und auf welche Art aber, ist noch unbekannt.

§. 54. Ist es so, so ist der Lauf der elektrischen Materie auf die Muskeln selbst nicht einmal nothwendig, es ist genug wenn er auf einen oder mehrere Theile des Nerven geleitet wird, welchen diese Muskeln untergeordnet sind. Daß dies aber gerade hier der Fall ist, habe ich durch viele Versuche bewährt gefunden, wovon ich die beweisendesten anzuführen eile.

§. 55. Wird ein Fuß eines großen Frosches vom Rumpfe getrennt, der Schenkel der ganzen Länge nach herausgezogen und vom Fleische gereiniget, beleget man nun diesen oben am Ende mit Staniol, welchen man umbiegt, oder mit einem Zängelchen feste zusammendrückt, wiederholt man das nämliche ein wenig weiter unten, so daß diese zwey Belegungen nur einige Linien von einander abstehen, und daß noch unter der zweiten Belegung ein Theil des herausgezogenen Nervens entblößt bleibe; leitet man nun die schwächste, kaum einen funkengebende Ladung einer Flasche

sche auf diese Belegungen des Nervens, so daß nur der Theil des Nervens zwischen denselben von ihr durchdrungen werde, so gerathen doch alle Muskeln in Bewegungen und der ganze Fuß hüpft auf; so sehr auch, wie es offenbar ist, der Lauf der elektrischen Materie nur auf den Nerven, selbst nur auf einen kleinen Theil desselben eingeschränkt wurde, und die Muskeln und der Fuß ausser demselben waren. Es ist also nicht nothwendig, daß die elektrische Materie sich bis auf die Muskeln verbreite, und in dieselbe dringe, wenn nur sonst, jene Nerven, von welcher diese willkürlicher Bewegungen fähige Muskeln abhängen, gereizet werden.

§. 56. Diese Versuche wiederholte ich an Thieren mit warmen Blute, an welchen sie leichter noch und ansehnlicher vor sich giengen. Ich entblößte und reinigte von allen Fleische den großen Lenden-Nerven (ischiatico) eines Lammes, und schnitt ihn zwey Zoll über seiner Einsenkung in die Muskeln des Schenkels ab; nun schlug ich sehr feste zwey Streifchen Stainol um ihn, eines nämlich da, wo er abgeschnitten worden, und das andere einige Linien

nien oder einen Zoll unter den ersten, diese drückte ich recht feste mit einem Zängelchen an, oder schob ich sie beinahe bis zur Berührung an einander. Nun ließ ich auf den kleinen Theil zwischen den zwey Belegungen dieses so zubereiteten Nervens eine schwache elektrische Ladung gehen, die auf die Muskeln des Fusses nicht wirken konnte, da sie sich nicht einmal auf den Theil des nackten Nervens unter der zweyten Belegung verbreiten kann; und dennoch gerieth der ganze Fuß in eine solche Bewegung, in welche er bei einer Belegung unten am Fusse und einer zweiten am Schenkelnerven, durch die Entladung einer leidner Flasche gesetzt wird.

§. 57. Diese Versuche habe ich auf verschiedene Art vielmal wiederhohlt, und gefunden, daß bei gleichen Umständen heftigere Zusammenziehungen erhalten werden, wenn die Glieder abgeschnitten sind, als wenn sie sich noch mit dem Leibe vereint befinden, und daß an vierfüssigen Thieren der Lendennerve, an Fröschen aber der Schenkel oder Armnerve (bracchiale) am besten zu Versuchen taugen.

§. 58.

§. 58. Dasjenige, was, wie wir izt gezeigt haben, durch die Ladungen der künstlichen Elektrizität, selbst bei den Versuchen, wo sie nur auf einige Punkte des Nervens eingeschränkt wird, geschieht, daß nämlich die Bewegungen in den auch nur entfernt dahingehörigen Muskeln vor sich gehen; eben das nämliche geschieht auch ohne der Anwendung dieser Ladungen, nur mittelst der blossen Belegungen und eines Bogenleiters, und sogar auch dann, wenn ihre Wirkung nur auf den Nerven oder einen kleinen Theil desselben eingeschränkt ist und sie verhindert wird, auf die Muskeln Einfluß zu haben. Entblößt und isolirt man den Schenkelnerven eines Frosches oder den Lendennerven eines Lammes, und giebt man ihm, wie oben (§. 55. 56.) eine doppelte Belegung, eine von Zinn, die zweite von Messing, besser noch von Silber (wir werden gleich sehen, was verschiedene Metalle vermögen,) und verbindet diese durch ein drittes Metall, oder bringt sie so nahe an einander, daß sie sich berühren, so entstehen alsogleich Erschütterungen im ganzen Gliede, welches noch nicht berühret worden, und worauf unmöglich das elektrische Fluidum unmittelbar wir-

ken konnte, indem es nur zum theil, und zwar nur nahe an den Nerven in Bewegung gesetzt wurde.

§. 59. Es ist dennoch nicht leicht begreiflich, wie sich diese elektrische Materie, diesen Nerven so nahe, von einem Orte zum andern, nur mittelst der Belegungen und ihrer äussern Verbindung bewege, und warum unähnliche Belegungen erforderlich sind? Doch dies ist eine durch Versuche bestättigte Wahrheit, von welcher wir weiter unten reden werden.

§. 60. Ich will hier nur noch anmerken, daß man selbst eine dieser Belegungen ersparen könne, und eine einzige von Staniol hinlänglich sey, wenn diese nur von einen Leiter von Messingdrat, oder einem andern Metalle, als die Belegung ist, eine Gold oder Silbermünze u. s. w. und einige Punkte des nackten Nerven zur nämlichen Zeit berührt wird. Dann nimmt er die Stelle einer der Belegungen ein, die (wie im vorhergehenden §. gesagt worden,) bis zur Berührung an einander gerückt worden sind. Hr. Galvani hat diesen Umstand,

daß

daß man die Zusammenziehungen leichter erre-ge, wenn man mit den einem Ende eines Metall-drats den Saum der Belegung mit der andern aber den entblößten Nerven berühre, zwar ange-führt; aber ohne eine Ursache davon anzuge-ben. Die Ursache, die wir anführen, (da wir alles, auf das noch nicht genug deutliche, durch Versuche aber bestättigte Spiel unähnlicher Be-legungen zurückführen,) ist die einzige, wel-che mit so vielen anderen Versuchen zusam-menhängt, welches wir in der Folge deutlich sehen werden. Nur durch sie werden eine Men-ge Erfahrungen, die das Ansehen von Son-derbarkeiten haben und so viele andere schein-bare Anomalien in eine Ordnung, und unter gewisse Gesetze gebracht.

§. 61. Ich kehre nun zu der übergro-ßen Leichtigkeit zurück, mit welcher eine noch so kleine Portion elektrischer Materie, die Ner-ven, wenn sie in dieselbe fließt, aufregt. Wir werden nun leicht einsehen, warum ein auf Hrn. Galvani seine Art zubereiteter Frosch dessen Füsse nur durch die sorgfältig von al-len Fleische gereinigten Schenkelnerven mit dem Rumpfe zusammenhängen; warum solch ein

Frosch

Frosch durch eine so unendlich schwache künstliche oder auch eigenthümliche thierische Elektrizität in Bewegung gerathe: durch die Ladung einer leidner Flasche die kaum 2/50 oder 3/50 eines Grades meines Stroheelektrometers (§. 44.) ausmacht. Läßt man das Thier ganz, so werden eben diese Muskeln der Füsse kaum durch eine 50mal größere Ladung in Bewegung gesetzet, nämlich eine Ladung die auf 2 oder 3 Grade des erwähnten Elektrometers (§. 38.) steigt. Dadurch werden auch die Muskeln der Füsse ebenfalls von dem Strome der elektrischen Materie ergriffen, welche bis an die äußersten Ende der Füsse fort geht, der Frosch mag ganz oder auf die beschriebene Art zubereitet seyn. Was liegt auch daran, daß die Füsse nur durch die Schenkelnerven am Rumpfe hängen? Geht der ganze Strom nicht darnach dennoch ganz durch die erwähnten Muskeln? Es ist selbst wahrscheinlich, daß der Durchgang in ganzen Thieren schneller ist, als wenn die entblößten Schenkel die einzige Verbindung der Füsse mit dem Rumpfe ausmachen; da wird er nur durch diese engen Kanäle gedrängt, diese da sie nur unvollkommene Leiter sind, müssen den Durchgang hindern.

Aber

Aber gerade dadurch daß die elektrische Materie sich mühsam durch diese engen Nervenfäden dringt, und spannt, reizt sie dieselben lebhafter, als es geschähe, wenn man dem Frosche seinen Unterleib, und mit diesem alle Eingeweide und äusseren Bedeckungen gelassen hätte. In diesem Falle wird die elektrische Materie auf so viele Wege vertheilt, die Portion also welche, die, mit so viel andern Leitern umgebene Schenkelnerven, durchlaufen sollte, wird verringert, folglich weniger reizen, außer durch eine verhältnißmässig größere elektrische Kraft.

§. 62. Auch dies trägt noch dazu bei, zu glauben, daß der Reiz der elektrischen Materie vorzüglich auf die Nerven, derer er sich beym Durchlaufe bemeistert, wirke, und sodann, daß er die Bewegung der dahingehörigen Muskeln (§. 50.) hervorbringe. Diese Meinung zu unterstützen, welche, der des Hrn. Galvani ganz entgegen gesetzt ist, die wir zwar anfänglich ebenfalls angenommen hatten, welche die elektrische Flüssigkeit als den eigenthümlichen Reiz der Muskeln und ihrer Irritabilität betrachtet, dienen nicht nur die schon

ange-

angeführten Beweise, sondern viele andere aus neuen Versuchen und jüngst gemachten Entdeckungen fliessende Argumente; wovon weiter unten.

§. 63. Man wird mir hier vielleicht meine eigenen, gegen das Ende der vorhergehenden Abhandlung (§. 43. u. folg.) angeführten Versuche entgegen stellen. Wo ich ohne den Nerven zu entblößen, ohne die äussere Bedeckung wegzunehmen, selbst ohne die Haut nur aufzuschneiden in einen ganzen unversehrten Thiere also, bloß durch die Anwendung der metallischen Belegungen, und ihrer mittel- oder unmittelbaren Verbindung, Zusammenziehungen im ganzen Körper erregte. Hier scheint es, daß die elektrische Flüssigkeit, wenn sie von einem Ort auf den andern übergehet, vielmehr geradezu auf die Muskeln, als auf die Nerven wirke. Zu bemerken kömmt hier, daß die Zusammenziehungen und Muskelbewegungen besser vor sich gehen, und lebhafter werden, wenn die Belegungen an die stärksten Muskeln gebracht, und diese, um jene unmittelbar auf dieselben bringen zu können, entblößt werden.

§. 64.

§. 64. Aber vielleicht sind nicht in allen Muskeln Nervenfäden verbreitet? vielleicht können sie sich der elektrischen Erschütterung entziehen? Oben (§. 55. u. folg.) habe ich bewiesen, daß ein Theil eines nackten Nervens, ohne Muskelfiber, als eine kleine Quantität elektrischer Flüssigkeit auf ihn geleitet wurde, und ihn reizte in dem ihn untergeordneten Gliede Bewegungen und Zusammenziehungen erregte, obschon diese Flüssigkeit an die Muskeln dieses Gliedes nicht gekommen war. Nun soll man beweisen, daß, wenn der Lauf der elektrischen Flüssigkeit durch einen Muskel oder einen Theil desselben geht, er nicht einen, der durch denselben zerstreuten Nervenfäden berühre! Da sich aber dies nicht beweisen läßt, so bleibt mein Satz, daß die elektrische Materie nur die Nerven reize, aufrecht und unangefochten stehen.

§. 65. Noch mehr, jene, welche mir die Versuche der unmittelbaren Wirkung dieser Flüssigkeit auf die Muskelfibern entgegen stellen, können es dennoch nicht dahin bringen, diesen Versuch mit den Muskeln allein zu machen, und eine deutliche Zusammenziehung der-

selben

selben sehen zu lassen. Es bleibt also wenigstens noch immer zweifelhaft, ob ein so schwacher elektrischer Strom, wie dieser ist, von welchen wir handeln, die Zusammenziehungen hervorzubringen im Stande sey. Zu Ende dieser Abhandlung werde ich es durch deutliche Beweise (im vorbeigehen sey es gesagt) den Organen meiner Gegner fühlbar machen. Die Zunge soll sie fühlen, oder besser die Nerven, denn ihre Sache ist das Gefühl. Und das nicht nur allein den elektrischen Strom, der sich in Form eines Pinsels ergießt, und den bekannten kühlen Wind, an der Spitze der elektrisirten Konduktore hervorbringt, sondern auch noch jenen unsichtbaren Strom dieser Flüssigkeit, welcher durch die metallischen Belegungen und die Verbindung, entstehet. Und das zwar nur dadurch, daß man auf die Zungenspitze ein reines gut polirtes Stückchen Staniol, und auf die Mitte derselben eine Silber- oder Goldmünze, oder irgend etwas anders von diesen Metallen lege. Schiebt man nun diese zwey Belegungen bis zur Berührung an einander, so wird man ganz den nämlichen Geschmack empfinden, den man empfindet wenn man die Zunge an den Strahlenbüschel eines künstlich

elektri-

elektrisirten Konduktor nicht in Funken übergeht. Also auch hier bringt der Uibergang der elektrischen Materie von einem Theile der Zunge auf den andern, durch die blosse Anwendung zweyer Metalle und ihre Verbindung ganz die nämliche Sensation, eben diesen säuerlichen, ziemlich lebhaften Geschmak, ohne irgend einer Zusammenziehung, auf der sonst so empfindlichen und reizbaren Zunge hervor. Dies beweißt nun hinlänglich, daß in einem so wie im andern Falle die Nervenfäserchen und ihre Endspitzen, und nicht die Muskelfibern der Zunge, von der elektrischen Flüssigkeit affizirt werden, welche sie nur im Durchdringen sanfte reizt.

§. 66. In solchen Versuchen werden nicht Nerven der Bewegung (in der Spitze und der ganzen vordern Hälfte der Zunge giebt es keine) sondern die Nerven der Empfindung, von der elektrischen Flüssigkeit gereizt; daher entstehet in der Zunge das Gefühl des Geschmaks, und es entstehen keine Bewegungen, keine Zusammenziehungen, obgleich die Zunge sehr geschickt dazu ist, aber durch die Wirkung anderer Nerven, die in der Zungenwurzel ihren Siz haben. Um nun diese

Zusammenziehungen in den Muskelfibern der Zunge hervorzubringen, dachte ich, ich müßte die elektrische Wirkung auf den untern Theil der Zunge leiten. Wir rissen also einem Lamm die ganze Zunge aus, und belegten einen der vorzüglichern Nerven der Zungenwurzel, oder auch nur das der Zunge gebliebene Fleisch; eine zweyte Belegung brachten wir um die Mitte der Zunge an, und verbanden nun beide mittelst eines Bogenleiters, und erhielten die gehoften Zusammenziehungen.

§. 67. Es ist also ausgemacht, daß die Wirkung immer dem gereizten Nerven und seiner natürlichen Verrichtung entspreche; daß eher keine Sensation, keine Bewegung folge, als bis der Nervensaft von der eindringen Elektrizität in die Wirkung gesetzt wird; daß also diese Muskelbewegungen und Zusammenziehungen eine unmittelbare Folge dieser Wirkung der Nerven und der elektrischen Flüssigkeit sind, welches wir von den 50. §. bis hieher zu beweisen gesucht haben, und welches die Folge unserer Versuche bestättigen wird. Wären die Muskeln so beschaffen, daß dieser kleine Uibergang der Elektrizität sie unmittelbar reizte,

warum

warum sollte er nicht alle jene Muskeln erschüttern, welche mit der Reizbarkeit begabt, und folglich der Erschütterung und der Bewegung fähig sind? warum sollte er auch da nicht erschüttern, wo die Nerven, oder solche Nerven, welche von der Natur zur Bewegung bestimmt sind, fehlen? Aber nein: dieser äusserst schwache Uibergang (wir meinen hier nicht die starken künstlichen Entladungen, die einen Funken geben u. s. w., und welche, wie wir schon (§. 53.) angeführt haben, die Muskeln auch ohne Dazwischenkunft der Nerven erschüttern können) ist hinreichend, die Empfindlichkeit der Nerven zu erregen, aber nicht durch sich selbst die Irritabilität der Muskeln zu reizen, daß sie sich zusammen ziehen.

§. 68. Folglich sind auch schwächere oder stärkere Zusammenziehungen und Bewegungen, welche in den Gliedern der Frösche, oder anderer lebendigen oder todten Thiere erregt werden, und dies zwar entweder durch sehr schwache Entladungen der künstlichen Elektrizität, wie wir es zu Anfange dieser Abhandlung beschrieben haben, oder durch die blosse Anwendung der gehörigen Metallbelegun-

gen, und der zwischen ihnen angebrachten Verbindung, auf die §. 63. angegebene Art, so sind es nicht die Muskeln, wie ich eine Zeit lang glaubte, sondern die durch dieselben zerstreute Nerven, welche vorzüglich affizirt werden, und diese gereizte Nervenkraft muß dann, wie ich es behaupte, die Muskeln in Bewegung setzen. Endlich habe ich bemerkt, daß die Lage sowohl, als die größere oder kleinere Ausdehnung der Muskelbewegungen und die stärkere oder geringere Leichtigkeit sie zu erregen, sich nach der Nähe der Belegungen der Nerven, welche Einfluß auf diese Glieder haben, richten. Folglich, wenn auch die Haut und andere Bedeckungen nicht geradezu hindern, (bei einigen vierfüssigen Thieren und Vögeln hindern sie wirklich auf eine Art, daß man sie, wo nicht ganz, doch zum Theil aufheben, oder wegräumen muß, wie ich es weiter unten erklären werde) so schaden sie doch immer dem Erfolge des Versuchs. Selbst dann, wenn diese Bedeckungen bis aufs nakte Fleisch weggeräumt werden, und man die besten Belegungen anwendet, so erscheinen dennoch die Zusammenziehungen nie so stark, als sie an Fröschen, deren Schenkelnerven auf Galvanis Art zubereitet sind, erscheinen.

§. 69. Nicht, als ob deßwegen die Bewegungen der Thiere, an welchen man diese neue Art des Versuches angewendet hat, nicht stark genug wären, nein, sie sind es, und selbst vielmal sehr stark. Auch sind sie nicht schwer, sondern vielmehr sehr leicht zu erhalten. Da sie keine Zubereitung, keine Zerschneidung (Dissektion) wie die des Hrn. Galvani fordern, so sind sie auch leichter noch zu machen, und fallen schöner und annehmlicher aus. Was aber die Leichtigkeit die Muskeln in Bewegung zu setzen, und die Stärke dieser Bewegungen selbst betrift, da steht meine Art weit hinter Hrn. Galvani seiner. Besonders muß ich hier anmerken, daß, wenn man die Nerven bedeckt läßt, so werden vier Bedingungen zum günstigen Erfolge erfordert, wovon aber keine unumgänglich nothwendig ist, so bald man die Nerven entblößt und isolirt.

§. 70. Erstens muß das ganze Thier an zwey verschiedenen Orten nur mit ganz metallenen Bogenleitern berühret werden. Im Gegentheil können an einem zubereiteten Frosche, in den ersten Augenblicken, wenn die Lebenskraft noch in ihrer ganzen Stärke ist, diese

Bewegungen dadurch erreget werden, wenn man mit der einen Hand die Füsse, und mit der andern Hand, oder selbst nur mit einen weniger vollkommenen Leiter, Holz z. B. oder Elfenbein, das Rückgrad oder die Nerven berühret.

§. 71. Zweytens muß diese zweifache Berührung über das ganze Thier an beiden Stellen ziemlicher massen ausgedehnt seyn, oder aber zwey Metallbelegungen angebracht werden. Im Grunde zwar ist eine schon hinlänglich, wenn der Kopf des Konduktors sich in eine Kugel endiget, und das Thier folglich in mehr als einem Punkte berühret. Solche Belegungen, oder eine solche ausgedehnte Berührung des Konduktors, wenn sie gleich den Thieren mit entblößten Nerven zuträglich sind, so sind sie deßwegen doch nicht nothwendig, wenigstens so lange nicht, als die Lebenskraft noch merklich stark ist.

§. 72. Drittens müssen diese Belegungen aus verschiedenen Metallen bestehen: eine aus Bley oder Zinn, die andere aber aus Gold, Silber, Messing oder Eisen. Die Verschiedenheit

heit der Metalle wird unumgänglich erfordert, und wäre es ja, daß beide aus einerley Materie bestünden, so muß wenigstens ein großer Unterschied in die Art, sie anzulegen; gebracht werden. Z. B. beide wären von Gold, so muß die eine ein dünnes Goldblättchen seyn, welches wie aufgeleimt anliegt, und die zweyte darf nicht biegsam, und vielmehr rauh als glatt seyn. In diesen bestehet der ganze Kunstgriff Zusammenziehungen in ganzen Thieren zu erregen. Die eine Belegung muß also aus einem weichen, als Bley oder Zinn, die zweyte aber aus jeden andern Metalle bestehen. Am besten dient dazu Geld oder Silber, weniger gut aber ist Messing und Eisen. Bei einem zubereiteten Frosche, wo die Belegungen gradezu nicht nothwendig sind, kann entweder nur eine Belegung, oder auch zwey von einen und ebendenselben Metalle, z. B. zwey Münzen, oder Staniolblättchen, angebracht werden, so erfolgen die gewöhnlichen Bewegungen und Zusammenziehungen dennoch, bis nicht die Lebensgeister zu sehr geschwächt sind. Und wäre dies der Fall, so darf man nur seine Zuflucht zu den unähnlichen Belegungen nehmen,

men, und verschiedene Metalle anlegen, oder diese auf eine verschiedene Art anwenden. a)

§. 73.

---

a) Hr. Galvani selbst bemerkt, daß die Verschiedenheit der Metalle sehr viel Einfluß habe; daß die Bewegungen leichter und lebhafter vor sich gehen, wenn der Leiter, womit man die Muskeln berührt, von Eisen oder Kupfer, der andere aber, den man an die Nerven, des auf seine Art zubereiteten Frosches bringt, von Zinn oder Silber sey.

„Als etwas besonders (s. 41. S. „seiner Abhandl.) kömmt hier noch an„zumerken, daß die Verschiedenheit der „Metalle, vorzüglich bei schon hinschwin„denden Kräften zubereiteter Thier, zur „Erhaltung sowohl, als auch zur Ver„mehrung der Muskelbewegungen sehr „viel vermöge, und zwar ungleich mehr, „als eine metallische Substanz allein. „So z. B. ist der Bogenleiter, das Häk„chen und die leitende Scheibe, von Eisen, „so geschiehet es sehr oft, daß die Zu„sammenziehungen ganz ausbleiben oder „äusserst stark abnehmen. Ist aber „nur eins dieser Stücke von Eisen, die „andern aber von irgend einen andern „Metalle, als Kupfer oder Silber, (lez-

„teres

§. 73. Viertens endlich muß der ganze Bogen, und nicht nur der Theil, mit welchen man

---

„teres scheint uns vor allen andern der „geschickteste Leiter der thierischen Elek„trizität zu seyn) so werden nicht nur die „Zusammenziehungen auf der Stelle und „stärker erregt, sondern sie dauern auch „weit länger. Das nämliche geschiehet, „wenn man die leitende Scheibe an zwey „verschiedenen Orten, mit verschiedenen „Metallblättchen von Zinn z. B. und „Kupfer überziebt, so werden die Zusam„menziehungen ebenfalls ungleich lebhaf„ter, als wenn man sich nur eines Me„talls, wenn es gleich Silber selbst wä„re, bedient hätte."

Eben dasselbe wiederholet der belobte Hr. Verfasser in verschiedenen Stellen seines Werkes. Meine Bemerkungen stimmen also mit dem seinigen überein. Ich habe nur noch anzumerken, daß, wenn die Konvulsionen in seinen zubereiteten Thieren an Lebhaftigkeit abnehmen, wohl gar manchmal aufhören, wenn die Belegungen von einerley Metalle sind; so sind auf meine Art in ganzen Thieren, oder jenen, wo ich nur die Muskeln entblöße, die Nerven aber bedeckt lasse, gar nicht zu erregen. Und geschiehet es ja, daß sich eine leichte Bewegung blicken

man das nakte Fleisch berührt, von Metall seyn. (§. 70.) Wird er unterbrochen, wenn gleich nicht durch einen elektrischen, oder schlechten Leiter, als z. B. ein feines Papier, sondern nur durch eine Schichte Wassers, welches doch immer ein guter Leiter ist, wenn es gleich den

blicken läßt, so mag es wahrscheinlich nur daher kommen, daß das Metall, ob es gleich einen gemeinschaftlichen Namen führt, doch nicht ganz das nämliche ist; oder ist irgend ein Unterschied im Schlagen, oder in der Dichtigkeit da, oder ist eines reiner und glätter als das andere, oder lieget eine der Belegungen besser an, als die andere.

Ich habe mich dann bestrebt, den Unterschied der dem Erfolge der Versuche günstigen Metalle näher zu kennen, jener Metalle nämlich, die auf die leichteste Art lebhafte Konvulsionen in den Thiere erregen; und habe gefunden, daß man die Metalle sehr füglich in drey Klassen theilen könne. In die erste kommen das Zinn und das Bley zu stehen; in die zweite das Eisen, Kupfer und Messing; in die dritte endlich das Quecksilber, das Gold, Silber und die Platina. Zu den Belegungen taugen am besten die Metalle der ersten und dritten Klasse,

den Metallen weit nachstehet, so unterbleiben die Zusammenziehungen im ganzen Thiere, wie wir es schon gegen das Ende der vorhergehenden Abhandlung erklärt haben. Nichts destoweniger gehen sie mit den Thieren, welche auf des Hrn. Galvani seine Art zubereitet sind, vor sich, und bedient man sich eines Bogenleiters, so kann man sogar Papier, Tuch, oder ein feuchtes Leder, ohne den Zusammenziehungen

Klasse, d. h. Bley und Zinn mit Gold oder Silber, vorzüglich das leztere. Eisen, Kupfer, Messing kann mit Bley und Zinn, aber nicht mit Gold und Silber zu unähnlichen Belegungen gebraucht werden. Daraus erhellet, daß die mittlere Klasse sich näher an die obere, als an die die untere anschliesse, welche leztere weit von der mittleren getrennt, allein stehen bleibt. Die geringeren Unterschiede der Metalle einer Klasse, zwischen dem Silber und Gold, oder zwischen Eisen und Messing, oder Zinn und Bley, habe ich noch nicht gehörig bestimmen, noch auch den Halbmetallen, dem Zink, Spiesglas, Wismut u. s. w. den bestimmten Plaz anweisen können. Diese Untersuchungen, die von der größten Wichtigkeit sind, spare ich auf eine gelegenere Zeit auf.

gen zu schaden, dazwischen stellen. Auch verschlägt es nichts, wenn eine odere mehrere Personen, oder selbst Tische und der Fußboden in die Konduktorkette aufgenommen werden, wenn nur sonst noch volle Lebenskraft da ist. Dieses haben wir schon in dem Schreiben an den Hrn. Dr. Baronio und in dem ersten Aufsatze über die Entdeckung des Hrn. Galvani gesagt. a)

§. 74. Aus allen diesen läßt sich leichte begreiffen, um wie viel leichter Muskelbewegungen erregt werden müssen, wenn die Nerven, welche sich in die Muskeln senken, entblößt und isolirt werden, als wenn sie zwischen dem Fleische und unter den Bedeckungen, und der Haut eines ganzen Thieres liegen bleiben. Diese Haut und Bedeckungen betreffend, muß ich noch anführen, was für Hindernisse sie der Erregung der Zusammenziehungen entgegen setzen.

§. 75.

---

a) S. die erste Abhandlung im 2ten Vierteljahre im 2ten Th. des Giornale fitico. und Galvani Abhandlung über die thierische Elektrizität, der teutschen Uibersetzung angehängt. p. 158.

§. 75. In den Fröschen, Aalen und andern Fischen, mit welchen ich die Versuche eher vornahm, als mit Thieren mit warmen Blute, machen die Bedeckungen nur in dem Fall einen Unterschied, wenn die Haut zu trocken ist, dem aber durchs Benetzen abgeholfen wird. Ganz anders aber ist mit den vierfüssigen Thieren und den Vögeln. So lang ich die Bedeckungen an ihnen ganz ließ, gelang mir kein Versuch; ich mußte immer einen Theil der Haut wegräumen, wenigstens da, wo ich die Belegungen anbringen wollte. Daher scheint es, daß die Dicke der Haut sowohl, als die geringe Leitungsfähigkeit derselben, von dem Fett herkomme, welches der elektrischen Materie, den freyen, nie schnellen Lauf ungern gestattet, der erforderlich ist, um Eindruck auf die Nerven zu machen, und sie bis zu Muskelbewegungen zu reizen. Diese Bewegungen bleiben also so lange aus, bis diese Bedeckungen nicht zwischen den Muskeln und ihren Belegungen aus dem Wege geräumt sind. Folglich ist es nothwendig, daß die Bedeckungen, wo nicht ganz, doch zum Theil hinweggeschaft, und die Belegungen auf die Muskeln selbst, oder auf das lebendige Fleisch gebracht werden.

§. 76.

§. 76. Die Art, auf welche mir es am besten gelungen ist, war, die Haut an den Vögeln und vierfüssigen Thieren längst des Rückgrads aufzuschneiden, sie auf beiden Seiten auseinander zu ziehen, und das Fleisch, wie gewöhnlich, mit Staniol zu belegen; hernach schnitt ich einen andern Muskel, z. B. den Fußmuskel auf, und steckte eine silberne Münze, oder sonst eine silberne Platte hinein. Will man nun kraftvolle Zusammenziehungen, Bewegungen, und Aufspringen des Fusses sehen, so darf man nur diese zwey Belegungen, entweder durch die gegenseitige Berührung, oder durch ein drittes Metall verbinden.

§. 77. Auch den Molchen und Eidechsen mußte ich, wenn nicht ganz, doch zum Theil die Haut abziehen, sonst verfiengen auch die besten Belegungen nichts, und die Zusammenziehungen erschienen entweder gar nicht, oder sie waren kaum merklich.

§. 78. An abgezogenen Fröschen gehen die Zusammenziehungen leicht und sehr stark vor sich; aber, wie ich schon (§. 75.) gesagt habe, man erhält eben diese Wirkung mit Frö-

schen,

schen, denen man die Haut nicht abgezogen, (denn sie ist sehr dünne und feucht, und bedeckt unmittelbar die noch feuchtern Muskeln) sondern ganz und unversehrt gelassen hat, vorzüglich, wenn das Staniolblättchen gut und veste angedruckt, und mit einer andern Silberbelegung verbunden wird, welche man ebenfalls an den berührten Theil druckt. Das Nämliche gilt auch von den Schlangen, wenigstens von jener Art, welche man in Italien Smiroldo nennet, wovon ich eine erwachsene zum Versuchen bekam.

§. 79. Selbst die Fische, mit welchen ich die Versuche anstellte, waren mit ganzer Haut beinahe eben so empfindlich; durch das Abstreiffen der Schuppen gewannen die Zusammenziehungen mehr Kraft, dies schien aber nicht zugeschehen, wenn man ihnen die Haut abzog. Auch bei den Aalen schien dies der nämliche Fall zu seyn. Wenn diese mit ganzer Haut gehörig belegt worden, wie ich (§. 72.) erklärt habe, vorzüglich in der Nähe des Schwanzes, so ziehen sie sich zusammen, und bewegen sich auf eine wunderbare Weise in den

Augenblick, wo die Verbindung zwischen den Belegungungen hergestellt wird.

§. 80. Da ich nun alle erforderliche Bedingungen und die verschiedenen, den Versuchen dieser Art mehr oder weniger günstigen Umstände angeführt habe, so will ich die Versuche, um das Nachahmen und ihren Erfolg zu erleichtern, ausführlicher beschreiben. Ich nehme also was immer für einen Aal, und belege irgend einen Theil seines Körpers, mit den feinsten Zinnblättchen, (dessen sich die Vergolder zum Falschversilbern bedienen) den Kopf, oder das Rückgrad, den Unterleib, die Lenden, oder den Schwanz, so breit und lang als es mir beliebt, nur muß das Blättchen so gut anliegen, als ob es aufgeleimt wäre, dies mit einem metallenen Leibchen gewissermassen bekleidete Thier lege ich mit der nicht bewaffneten oder belegten Seite auf eine silberne Schüssel. Anstatt dieser Schüssel kann man sich irgend etwas minder breiten, eines silbernen Löffels, Münze u. s. w. bedienen; dann aber muß die Platte, oder was es immer ist, so unter den Aal gelegt werden, daß sie mit

der

der obern Belegung zusammen treffe, oder wenigstens nicht sehr von ihr abstehe 1). Nach dieser Zubereitung darf man nur mit einem Schlüssel, Kupferdrat, Münze, Löffel, oder einem andern Stück Metall, wenn es nur rein und glatt ist, die Schüssel oder Platte unter dem Aal und die Belegung desselben berühren; man kann selbst ein drittes Metall entbehren, wenn man die Belegungen bis zum Berühren aneinander bringt; um den Aal in eben diesen Augenblicke sich zusammenziehen, zu winden, zu krümmen, und die Flossen sich zu bewegen und aufrichten zu sehen, und vorzüglich in jenem Theile des Körpers, welcher sich zwischen den Belegungen befindet. Befindet sich

1) In den Aalen, Schlangen, ist so, wie in vielen Würmern und Insekten, die Richtung der Nerven und Muskeln, mehr wellenförmig, lauft beinahe in einer mehr zirkelrunden als geraden, länglichen Linie; die wenigstens innerhalb gewisser Ringe eingeschränkt ist. Daraus ist leicht verständlich, warum innerhalb dieser Ringe die zwey Belegungen bei Fröschen einander entsprechen müssen, wenn die Muskelbewegungen hervorgebracht werden sollen.

der Kopf, oder der Hals zwischen ihnen, so ist es nicht unangenehm zu sehen, wie dieser aufschwillt und jener sich erhebt, und wie das Maul, bei jeder Berührung, sich wechselweise auf- und zumacht. Wird das ganze Rückgrad oder Bauch, oder eine Seite des Aals von oben an bis hinab ununterbrochen mit Zinnblättchen belegt, und er dann auf der unbewaffneten Seite auf einen Silberdrat gelegt, und dann diese zwey Belegungen auf eine oder die andere Art verbunden, so bewegt und windet er sich sehr stark.

§. 81. Mit dem Frosch ist es beinahe eben so; man kann entweder das ganze Rückgrad, den Unterleib, oder eine der Seiten der Länge nach ganz, oder nur zum Theil belegen, auch einen Schenkel oder einen Fuß. Eine silberne Schüssel ist hier nicht mehr nothwendig, in jeden Falle genügt hier eine silberne Platte, ein Löffel oder eine Münze, welche aber dennoch, wie beim Aal, an die entgegengesetzte Seite der Belegung angebracht werden, mit dieser Gemeinschaft haben, oder nicht weit von ihr entfernt seyn muß. Geschiehet das: so sind die Zusemmenziehungen ungleich stärker.

Sind

Sind die Lenden, das Rückgrad, oder die Schultern belegt, und man bringt die Münze oder den Löffelstiel unter die Schenkeln, so werden bei der Verbindung der Belegungen die Muskeln der Schenkel erschüttert, und beide Füsse bewegen sich. Auch wenn einer der Schenkel oder Füsse belegt wird, und man legt auf eben diesen Theil des andern Schenkels oder Fusses die Münze, so bewegen sich bei ihrer Verbindung oder Berührung beide Füsse.

§. 82. Der Frosch also unterscheidet sich von dem Aal schon darinn, daß nicht nur örtliche Zusammenziehungen, sondern Bewegungen im ganzen Leibe statt haben, wenn die silberne Belegung an einen Theil, welcher mit der zinnernen Belegung in Verbindung stehet, selbst weit davon entfernt, angebracht wird.

§. 83. Was sie noch mehr unterscheidet, ist eine sehr entschiedene Uibereinstimmung zwischen den Nerven und den Muskeln, welche darinn bestehet, daß jene Muskeln stärker erschüttert werden, welche mehr Nerven aufnehmen, und einer der Belegungen näher sind; wenn gleich die zweyte Belegung nicht auf sie selbst,

sondern auf andere Muskeln gebracht ist. So z. B. wenn der Staniol auf das Ende des Rückens und über den Nieren, da, wo die großen Schenkelnerven beinahe nur unter der Haut liegen, gut und veste aufgelegt wird, so werden die Füsse erschüttert und hüpfen auf, wenn auch die zweite Belegung am Unterleibe, an der Brust oder gar an Kopf angebracht wäre. Wird mit Staniol die Mitte des Rückgrads belegt, so gerathen die Bauchmuskeln in Bewegung; werden aber die Schultern belegt, so werden in den Brustmuskeln, Vorderfüssen, Hals und Kopf krampfhafte Bewegungen erregt; die Münze oder eine andere silberne Belegung mag angebracht seyn, wo sie auch immer will.

§. 84. Wenn ich sagte, daß die, zu diesen oder jenen Nerven gehörigen Muskeln, welche sich in der Nachbarschaft der Belegungen, selbst dann, wenn diese sich nicht selbst auf oder neben eben diesen Muskeln befinden, besonders stark erschüttert werden, so will ich darunter nicht verstanden haben, als ob die unmittelbar belegten, oder an diese anstossenden Muskeln sich nicht bewegten, denn diese wer-

den

den gewöhnlich am stärksten bewegt. Uebrigens bemerkt man in allen, oder doch beinahe in allen Muskeln ein Zittern, ein krampfhaftes Zusammenziehen, wenn der Frosch frisch abgezogen, und längst des Rückgrads, woraus sich so viele Nerven in alle Theile verbreiten, mit einer fest angedrückten Belegung versehen ist. Bestimmt aber irgend ein Umstand die Wirkung auf dieses oder jenes Glied oder Muskel, liegt die silberne Belegung unter, oder sehr nahe an den Muskeln, welche viele Nerven aufnehmen; oder befinden sie sich in der Nachbarschaft des mit Staniol belegten Theiles, wenn z. B. da, wo die Lendennerven liegen, das Zinnblättchen, die Münze oder jede andere silberne Belegung unter oder auf den Schenkeln oder Füssen angebracht wird, so thun beide dazu, in den Füssen die stärksten Zusammenziehungen, und wunderbare Sprünge hervorzubringen, u. s. w.

§. 85. Aus dem Angeführten wird leicht begreiflich seyn, auf wie vielerley Art ich diese Versuche abgeändert habe. Noch besser aber wird man das einsehen, wenn ich noch anführe, daß ich verschiedene Stückchen Staniol zu gleicher Zeit auf verschiedene Theile des Kör-

pers

pers klebte, welche so viel unterschiedene Belegungen von dem nämlichen Metalle bildeten; die zweyte Belegung mit einem silbernen Löffel, Münze u. s. w. legte ich nun bald unter oder an diesen oder jenen unbelegten Theil des Körpers, dann brachte ich sie bald mit dieser bald mit jener Staniolbelegung zur Berührung. Manchmal nahm ich fünf bis sechs Stückchen Staniol, das erste legte auf den Kopf, das zweyte auf den Hals, das dritte auf eine Schulter, das vierte auf das Rückgrad, das fünfte auf das heilige Bein, und endlich das sechste auf einen Schenkel, und nun brachte ich die silberne Belegung unter die Kinnlade oder den Schlund, und setzte das eine Ende eines Metalldrats oder Bogenleiters an die Münze, und das andere Ende nach und nach an jedes aufgelegte Stückchen Staniol, um zu sehen, welche Muskeln bei jedem Versuche am meisten zusammengezogen werden. Hernach schob ich die Silbermünze unter die Brust, und versuchte aufs neue jede Staniolbelegung; von da brachte ich die silberne Belegung unter den Bauch, dann an einen und den andern Schenkel und Fuß, und wiederholte jedesmal die Berührungen. Nun legte

ich den Frosch mit dem Bauche und ausgespreizten Füssen auf einen silbernen Teller oder Platte, und fieng den Versuch von vorne an, welcher allein bis vierzig Combinationen gab. Ich vervielfältigte die Versuche auch dadurch, daß ich den Bauch und die Weichen oder Lenden u. s. w. mit verschiedenen Blättchen belege, und dann eine oder zwey zirkelförmige Belegungen bald um diesen bald um jenen Theil des Körpers wickelte, dabei veränderte ich ebenfalls die silberne Belegung, und erhielt immer (wenn sonst die Verbindung der Belegungen, welche überhaupt bei allen diesen Versuchen nothwendig ist, gehörig vorgenommen war) die gewöhnlichen Muskelbewegungen in den bestimmten Theilen.

§. 86. In allen bis izt beschriebenen Versuchen war die Staniolbelegung dünne, und wie an Körper angeleimt, aufgelegt, die silberne aber wenig oder gar nicht biegsam, berührte nur den Körper. Es verschlägt aber gar nichts, wenn man dies Verfahren gerade umkehrt, und sich eines dünnen Silberblättchens, und einer dicken Bley- oder Zinnplatte bedient. Auch macht es keinen Unterschied, wenn

beide

beide Belegungen dünne sind. Hier kömmt es nur auf die Verschiedenheit der Metalle an; diese ist hier wesentlich (§. 72. und in der Note). Anders wo werden wir Gelegenheit haben, mehr davon zu reden, und, wenn es möglich ist, die Ursache davon zu finden.

§. 87. An einem Ort (§. 60.) haben wir schon angemerkt, daß man bei der Verschiedenheit der Metalle eine der Belegungen weglassen könne, und daß es hinlänglich sey, zur nämlichen Zeit den Saum der Belezung, und einige Punkte des nakten Fleisches, mit einem Bogenleiter, oder nur mit einer Münze, Löffelstiel ꝛc. zu berühren. Im leztern Falle werden die krampfhaften Zusammenziehungen nur in den anstossenden, manchmal auch nur in einigen Fibern der Muskeln, manchmal aber auch in dem ganzen Gliede bemerkt; so bewegt sich z. B. manchmal der ganze Fuß.

§. 88. Ich sollte nun die mit warmblütigen, vierfüssigen Thieren und Vögeln angestellte Versuche (§. 75. und am Ende der vorhergehenden Abhandl.) beschreiben: aber ich finde es weder nothwendig, noch nüzlich, son-

dern

dern ich glaube vielmehr, die Anwendung sey sehr leichte auf diese Thiere machen, wenn man nur Rücksicht auf die verschiedene Bildung und animalische Oekonomie nimmt, die so groß nicht ist, vorzüglich was die Empfindlichkeit der Nerven und die Irritabilität der Muskeln betrift. Ich werde mich also dabei nicht aufhalten, sondern nur sagen, daß die Resultate beinahe die nämlichen sind; daß eben diese Zusammenziehungen in den Muskeln und Bewegungen in den Gliedern der Thiere durch die Kunstgriffe der unähnlichen Belegung entstehen; daß eben diese Abhängigkeit der Muskeln von den Nerven bemerkt, und daß jene sich nur in so weit bewegen, als diese Einfluß auf sie haben; daß die den Belegungen näheren Muskeln am meisten affizirt werden, und daß der einzige beträchtliche Unterschied darinn bestehe, daß die Bewegungen weniger lebhaft sind, und manchmal gänzlich mangeln, wenn diese Muskeln wenig Nerven haben, zu sehr bedeckt sind, oder es ihnen selbst an Beweglichkeit mangle, oder die Bedeckung zu schlecht oder nicht unähnlich genug ist, z. B. die eine bestünde aus Gold oder Silber, die andere aber, anstatt

Bley

Bley oder Zinn zu seyn, bestünde aus Eisen oder Messing.

§. 89. Da wir uns mit diesen Versuchen so lange abgegeben haben, und ich die Kunstgriffe gezeigt habe, wie man in verschiedenen einzelnen Theilen ganzer unversehrter Thiere, oder, so wie es nothwendig ist, ganz oder nur zum Theil abgehäuteter Thiere, diese elektrischen (man erlaube mir dies Beiwort) Bewegungen hervorbringen könne. So will ich noch einen Sprung an das andere äusserste Ende dieser Versuche machen, und zeigen, wie ich eben so starke Zusammenziehungen in einzelnen abgeschnittenen Gliedern, in kleinen Stückchen dieser Glieder, und selbst in kleinen Fragmenten der Muskeln, die ein Getreidekorn an Größe nicht übertrafen, erhalten habe.

§. 90. Der ganze Kunstgriff bestehet hier ebenfalls wieder in der unähnlichen Belegung. Bestehen diese eines Theils aus einem gut angeklebten Staniol, und andern Theils aus einer silbernen Belegung, die das Glied nur berührt, so gelingen die Versuche am besten. Um sie in Verbindung untereinan-

der

der zu bringen, braucht man die Münze ꝛc. an die Staniolbelegung bis zur Berührung zu schieben, oder sich eines gebogenen metallenen Drats als Bogenleiter zu bedienen. Bestehet dieser aus Silber oder Messing, so kann man die silberne Münze entbehren, und mit ihm auf der einen Seite das nakte Fleisch, auf der andern aber die Zinnbelegung berühren. In beiden Fällen aber entstehen die gewöhnlichen Zusammenziehungen in einzelnen abgeschnittenen Gliedern, und auch in größern oder kleinern Stücken derselben.

§. 91. Es würde mich zu weit führen, wenn ich alle Versuche, die ich mit einzelnen abgeschnittenen Gliedern, oder Theilen derselben, mit einzelnen, ganzen oder zerstückelten Muskeln von Thieren, so wohl mit kaltem als warmen Blute angestellt habe, vor Augen zu legen, und den verschiedenen Erfolg, je nachdem ich die Umstände abänderte, berühren wollte. Schliessen will ich vielmehr diese ohnedies sehr weitschweifige Abhandlung, und nur noch zwey Entdeckungen anführen, die ich gemacht habe. Daß nicht alle Muskeln gleich reizbar sind, sondern nur jene, welche dem Willen gehor-

horchen, nur die Muskeln der willkührlichen Bewegung, ziehen sich zusammen, und gerathen in Konvulsionen, wenn man sich der angegebenen Kunstgriffe der unähnlichen Belegungen bedienet; deswegen bewegen sich weder der Magen, noch die Eingeweide, und das Herz, obgleich sie alle, besonders das letzte, äusserst reizbar sind, wenn man sie gleich mit den erwähnten Kunstgriffen versucht, weil ihnen die willkührliche Bewegung nicht eigen ist; das Zwerchfell aber, welches, wie es bewiesen ist, diese Eigenschaft besitzt, bewegt sich.

§. 92. Die zweyte, von welcher wir schon oben (§. 65. und folg.) etwas gesagt haben, ist, daß der durch die unähnlichen Belegungen verursachte Durchgang der elektrischen Materie manchmal anstatt der gewöhnlichen Zusammenziehungen, die eigenthümliche Empfindung der an dem affizirten Orte befindlichen Nerven hervorbringe. Das geschiehet auf der Zunge. Versucht man sie mit diesen Kunstgriffen, so wird sie nicht erschüttert, sondern an ihrem empfindlichsten Theile, an der Spitze empfindet sie einen mehr oder weniger lebhaften Geschmak, jenem gleich, welchen die

elek-

elektrische Materie an den Enden eines künstlich elektrisirten Konduktors aussprühet.

§. 93. Um diesen Geschmak zu fühlen, muß man auf die Zungenspitze ein reines, glattes Streifchen Staniol legen, und gut andrucken; auf die Mitte oder einem andern Theil der Zunge legt man eine Gold- oder Silbermünze, oder was immer anderes dieser Metalle, und bringt diese zwei Belegungen zur gegenseitigen Berührung. Statt des Staniol bediene ich mich oft des sogenannten Silberpapiers, welches eigentlich mit Staniol überzogenes Papier ist, und finde es besser, als alles andere; ausgenommen, daß nicht jedes Papier eine gleiche Wirkung äussert. Mit manchen Stückchen gelingt es so gut, daß ich den säuerlichen Geschmak unerträglich finde; mit andern gelingt es zwar auch, aber ungleich schwächer. Die Ursache dieses Unterschiedes anzugeben, bin ich noch nicht im Stande, wenn er nicht allenfalls in der Verschiedenheit des Zinns, oder dessen Mischung mit andern Metallen, oder im mehreren oder wenigern Schlagen desselben liegt. (s. die Note zu §. 72.)

§. 94. Sehr merkwürdig ist noch, daß dieser Geschmak die ganze Zeit durch, so lange sich nämlich das Zinn und das Silber berühren, fortdauert, und an Lebhaftigkeit selbst zunimmt. Dies beweißt, daß der Uebergang der elektrischen Materie, von einem Orte auf den andern unaufhörlich fortwähre.

§. 95. Nicht weniger merkwürdig ist es, wenn man den Versuch umkehrt, und die Silberbelegung auf die Zungenspitze, auf die Mitte derselben aber das Zinn oder das Silberpapier bringt, so empfindet man an der Zungenspitze einen ganz andern Geschmak, der nicht mehr sauer, sondern vielmehr alkalinisch, scharf, sich dem bittern nähernd ist. Obgleich dieser Geschmak schärfer und beissender ist, so wird er doch nur unter den günstigsten Umständen gefühlt; nämlich, wenn das Silber gerade an ein sehr gut polirtes Zinnblättchen stößt. Bedient man sich des Silberpapiers, so gelingt der Versuch auch nur manchmal, (§. 93.) je nachdem das Papier gut ist, Der säuerliche Geschmak wird auf die erste Art ungleich eher hervorgebracht, als der scharfe und brennende auf die zweyte Art; jener ist bestimmt säuerlich,

den andern als ganz alkalinisch anzugeben, darf ich noch nicht wagen. Wie er auch immer sey, so ist er doch ganz von den erstern unterschieden, und das ist genug, um große Aussichten zu öffnen.

§. 96. Die durch die großen metallischen Belegungen in Bewegung gesetzte elektrische Materie affizirt also die Nerven auf verschiedene Art, je nachdem sie in dieselbe, oder aus denselben fließt. Nun aber frägt sichs: fließt sie aus ihnen, oder in sie, wenn sie auf der Zungenspitze den sauern Geschmak verursacht? Ich meines theils glaube, sie gehe in die Nerven, und bringe beim Ausfliessen aus denselben den Geschmak, der sich dem Alkalinischen nähert, hervor. Für gewiß aber gebe ich dieses noch nicht aus. Verfolgt man diese Vermuthung, ob nämlich die auf diese oder jene Art bewegte elektrische Materie durch sich selbst einen verschiedenen Geschmak verursachen könne? Könnte sie da nicht auch die unmittelbare Ursache eines jeden Geschmakes seyn? Könnte sie nicht die Ursache der Sensazionen aller anderer Sinne seyn? Aber verlassen wir das Reich unbestimmter, schwankender Ideen, dehnen wir

lieber

lieber unsere Versuche aus, und schränken wir uns auf ihre unmittelbare Folgen und Anwendungen ein. Dies ist der Weg, den ich bis izt gegangen bin, und welchen ich auch bei den in der Zukunft folgenden Abhandlungen nicht verlassen werde.

1.

Dr. Alexander Volta

K. K. Professors der Physik rc. zu Pavia

Schreiben

an den

Herrn Abt

Anton Maria Vasali

Lehrer der Physik an der Universität zu Turin rc.

über die

thierische Elektrizität,

als eine Fortsetzung der Schriften desselben über die thierische Elektrizität.

Herausgegeben

von

Dr. Johann Mayer

K. P. Hofr. rc.

Prag bey Calve

1796.

Vorrede des Herausgebers.

Gegenwärtige kleine Schrift ist bey Gelegenheit einer medizinischen Disputation, deren gedruckte Sätze als Streitschrift angehängt, in diesem Jahr zu Pavia erschienen. Sie führet den Titel: *Lettera Terza* del Sign. Cav. Don Alesandro Volta, P. Professore &c. al Sign. Abat. Antonio Maria Vassali, Professore di fisica a Torino &c. *Sull' Electricita animale.* Die vorhergegangenen Briefe des Hrn. D. A. Volta kennen bereits die Leser, und auch die übrigen Werke über diesen Gegenstand, auf welche sich der Gelehrte Hr. Verfasser beruft. Sie sind der deutschen Uebersetzung der Abhandlung des Hr. Dr. Galvani über die thie-

rische

tische Elektrizität angehängt die, übrigen aber unter dem Titel: Schriften über die thierische Elektrizität des Hrn. D. A. Volta gesammelt, von mir ausgegeben worden. Der Vollständigkeit wegen, und auch die fortgesetzten Entdeckungen über diesen Gegenstand des Hrn. Verfassers sobald als möglich übersehen zu können, haben mich bestimmt, sobald als diese kleine Schrift erschienen ist, auch die Uebersetzung zu veranstalten, und da sie manche wichtige Bemerkung enthält, so wird sie gewiß auch mit Beyfall aufgenommen werden. Wir haben noch mehrere Fortsetzungen zu erwarten, wenn Hr. Volta in seinen gelehrten Arbeiten nicht durch andere Geschäfte und Ereignisse gestöhrt wird.

Prag, im Monat April. 1796.

Brief
über die
thierische Elektrizität
des
Hrn. D. Alexander Volta
öffentlichen Lehrers ꝛc.
an den
Herrn Abt
Anton Maria Vasalli
Lehrer der Physik an der Universität zu Turin ꝛc.

Como den 24ten Oktob. 1795.

Seit den zwei langen Briefen, die ich an Sie, theuerster Akademiker und Kollege! vor einem Jahre geschrieben habe, und die in der Zeitschrift unsers gemeinschaftlichen Freundes des Doktors Brugnatalli erschienen sind, welche die vorgebliche, den Organen eigene, thierische Elektrizität betrafen, und in welchen man eine Ladung oder ein Uibergewicht voraussetzt; diese organische Elektrizität, welche

der geschickte Naturforscher und Anatomiker der Herr Professor und Doktor Galvani auf seine so schönen Versuche, und wahrhaftig zu bewundernden Entdeckungen gebauet hat, ließ ich zwar einige Zeit gelten, aber bald fing ich an sie in Zweifel zu ziehen, und mußte sie zu meinem Mißvergnügen für falsch und unstatthaft erklären. Nachdem der größte Theil der Naturforscher, vorzüglich jene ausser Italien meiner, in den obgedachten Briefen so wohl, als in anderen vorher erschienenen Abhandlungen und Schriften geäußerten Meinung beipflichteten, nämlich, daß in diesen Versuchen, eine wahre aber bloß künstliche, äußerliche durch die geschickt angewandte Leiter hervorgebrachte Elektrizität (1) nicht zu verkennen sey. Nun wachet

(1) Es ist gar kein Zweifel, daß die in dergleichen Versuchen in Bewegung gesetzte Flüßigkeit nicht die wahre ächte elektrische sey, d. h. jene, welche sich in den Versuchen mit der gewöhnlichen Elektrizität, aus dem Gleichgewichte bringt, sich sammelt und entladet ꝛc. Ich kann nicht begreifen, wie sich manche es haben einfallen

wachet aber hier in Italien die entgegengesetzte Meinung wieder auf, und wächst seit eines im vorigen Herbste erschienenen Werckchens des

fallen lassen, daß es eine andere, von der elektrischen gänzlich verschiedene, oder eine blosse analoge, aber keine identische Flüssigkeit sey; eine specifische thierische auf eine gewisse Art elektrische ja wohl dabey wahre elektrische Flüssigkeit selbst, nur verschiedentlich modifizirt, mehr oder weniger ihrer natürlichen Eigenschaften beraubt, oder mit mehreren begabt, auf eine gewisse Art animalisiret, welche sie den Namen einer elektrisch-thierischen Flüssigkeit beigeleget haben. Das sind leere Begriffe, unnütze, ungründliche Voraussetzungen. Zu was kann es dienen, Dinge, welche man erklären will, in viele unverständliche Worte, in dunkle, unbestimmte Begriffe zu hüllen, als um sie noch dunkler zu machen. Warum wollen wir die elektrische Flüssigkeit, nicht so wie sie ist beibehalten? und ihr die Wirkungen, von welchen wir handeln, nicht beilegen? Es ist nichts anders als die gemeine wahre elektrische Flüssigkeit, welche durch die Wirkung (eine neue und wahrlich wunderbare Entdeckung) heterogener

 zur

des D. Euseb. Valli, welches wichtige und neue Versuche zu der Wiederherstellung des ersten, freilich izt verlassenen Systems enthält;

ziem-

---

zur gegenseitigen Berührung gebrachten Leiter, in Lauf gesetzet wird, die Nerven reizet, sie angreift, durchläuft und durch sich selbst die Zusammenziehungen in den von ihnen abhängigen Muskeln hervorbringt; ganz das nemliche, welches geschiehet, wenn die Nerven von dem elektrischen Fluido durchdrungen werden, welches von einer gewöhnlichen Maschine, einer leidner Flasche u. s. w. auf dieselbe geleitet wird. Die Wirkung auf die Nerven und Muskeln ist auf die eine und die andere Art sich ganz gleich. Von dieser Aehnlichkeit auf die Ursache zu schlüßen, ist schon an sich selbst ein großes Argument. Bemerket man noch, daß es eben dieselben Nichtleiter, gute und schlechte Ableiter, der gemeinen Elektrizität sowohl als der in Bewegung gesetzten Flüssigkeit obgedachter Versuche sind, so kann gar kein Zweifel mehr obwalten, daß es nicht eine und die nämliche elektrische Flüssigkeit sey.

Der

ziemlich in die Höhe. Sicher sind dergleichen Versuche sehr günstig und stimmen mit der Hypothese, einer den Organen der Thiere ei-

genen

Die Einwürfe, von daher genommen, daß man keine Funken, oder ein anders der gewöhnlichen elektrischen Zeichen bemerke, sind von gar keinem Gewicht. Man nimmt ebenfalls keines dieser Zeichen, bei sehr schwach elektrisirten Leitern und bei den so schwach geladenen Leidner Flaschen wenn nämlich ihre Ladung nicht $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{10}$ eines Grades, des empfindlichsten Flaschenelektrometers mißt) wahr. Und dennoch sind dieß Entladungen der wahren elektrischen Flüssigkeit, die die Leiter durchläuft, welche sie von einem Ende bis an das andere durchlassen. Unter diesem sind auch die empfindlichsten Nerven eines Thieres begriffen, und auf eine Art eingerichtet, daß sie den Lauf entweder ganz oder doch größtentheils durch sich gestatten, und daß dieser, so schwach er auch immer ist, die Nerven dennoch empfindlich zu reizen, einen Geschmack auf der Zunge, ein Blitzen im Auge, und vorzüglich die Zusammenziehungen der von ihnen abhängigen Muskeln hervorzubrin-

gen,

genen wirkenden Elektrizität, einem Ubergewichte der elektrischen Flüssigkeit zwischen den Nerven und ihren Muskeln, oder den innern

und

---

gen, im Stande; wie ich es durch verschiedene Versuche mit der gewöhnlichen künstlichen Elektrizität bewiesen habe. Diese wunderbare Reizbarkeit der Nerven, (vorzüglich jener, welche zu den willkürlichen Bewegungen dienen) auf die elektrische Flüssigkeit, machet aus dem auf die Galvanische Art zubereiteten Frösche ein lebendiges Elektroscopium, welches die feinsten Elektrizitätsmesser mit Goldblätchen u. s. w. an Empfindlichkeit weit übertrifft. Es genüget uns vorauszusetzen, daß die durch die Berührung unter sich verschiedener Leiter in Bewegung gesetzte, elektrische Flüssigkeit ebenfalls äusserst schwach sey (eine sehr natürliche Voraussetzung) eben, so schwach, wie wir oben von der Entladung einer Leidner Flasche, welche man kaum eine Ladung nennen kann, um begreiflich zu machen, wie sie ebenfalls die Kraft habe, in den gedachten über allemaßen reizbaren lebendigen Elektroscopen, Empfindungen und Muskelzusammenziehungen hervorzubringen, ohne einen Funken, oder ein anderes gewöhnliches elektrisches Zeichen zu geben.

und äußern Theilen dieser Muskeln, überein. Dies Uibergewicht oder diese Entladung wird natürlich durch die Lebenskräfte hervorgebracht, und zeiget sich noch in den getödteten Thieren, und selbst in den abgeschnittenen Gliedern derselben, so lang nämlich noch ein gewißer Grad von Lebenskräften in ihnen ist. Ich sage der gleichen Versuche begünstigen nicht nur gar sehr diese Hypothese, welche von dem belobten Prof. von Bologna schön und verführerisch vorgetragen, und von seinen Neffen und Kollegen Aldini so wohl, als vielen andern seiner Anhänger als wahr angenommen und gegen meine starke Einwürfe vertheidiget worden ist, sondern sie scheinen sie selbst so unumstößlich zu beweisen, und außer allen Zweifel zu setzen, daß viele von jenen, welche schon meine Meinung angenommen hatten, oder auf dem Punkte waren dieselbe anzunehmen, wieder umkehrten, und auf's neue zu Galvani's Fahne schwuren.

Die Meinung, welche ich mit so vielen Beweisgründen und Versuchen behauptet habe und noch behaupte, bringt alles auf ein

Spiel

Spiel der geschickt angebrachten Leiter zurück, auf die Kraft, welche ich ihnen beilege, oder besser, mit welcher, wie ich die Entdeckung gemacht habe, sie begabet sind; daß sie nämlich dies reizen und bewegen, wo die Leiter, was immer für eine Klasse der Elektrischen Flüssigkeit begegnen oder dieselbe berühren. Daher kömmt es auch, daß wenn drei oder mehrere verschiedene Leiter einer den andern berühren, sie einen Leiterkreis bilden. So z. B. wenn zwischen zwey Metalle: Silber und Eisen, Blei und Messing, Silber und Zink, u. s. w. ein anderer oder mehrere nicht metallische Leiter gestellet werden. Ich meine jene Leiter, welche ich die nassen benannt habe, weil sie entweder selbst flüssig sind, oder eine Flüssigkeit in sich enthalten, worunter alle thierischen Körper, und alle ihre frische und saftige Theile gehören. Kömmt nun ein Leiter dieser zweiten Klasse zwischen zwey der ersten, zwischen zwey verschiedene Metalle, und wird von ihnen berühret, so entstehet ein immerwährender Lauf, je nachdem die Wirkung, kraft der Berührung

auf

auf der einen oder andern Seite das Uiberge-wicht hat. (2)

Diese Erklärung ist durch unzählige auf alle mögliche Art abgeänderte Versuche bewiesen worden, wie ich es in verschiedenen meinen Schriften gezeiget habe; sie allein ist geschickt die Ursache so vieler Erscheinungen, und auf jede andere Art unerklärbarer Anomalien an-

---

(2) Dieses zeiget hinlänglich an, wie verschieden meine behauptete Elektrizität von der vorgeblich thierischen des Galvani und seiner Anhänger sey. Meine setzt keine Ladung, kein Uibergewicht, folglich auch keine Entladung in den thierischen Organen, eben so wenig eine eigentliche Ladung oder Entladung der Leiter, wohl aber einen Kreislauf, ein immerwährendes Vorwärts gehen der elektrischen Flüssigkeit, voraus, welches durch eine geheime, aus der Berührung ungleichartiger Leiter entspringenden Kraft, erreget und im Gange erhalten wird. Sie sind also bei so bewandten Umständen mehr als einfache Leiter, denn sie reizen zugleich wahrhaft und bewegen.

anzugeben. Ich habe also annehmen müssen, daß die eigene, wirkende Elektrizität der Organe, die so genannte thierische keinen Grund noch weniger entschiedene Beweise, welche sie bestätigten, für sich habe. Man muß also die thierischen Organe in dergleichen Versuchen, als bloß leidend betrachten, hingegen muß man die zur gegenseitigen Berührung gebrachten Leiter, als wirkend ansehen, ob gleich sie von einander unterschieden sind, ja um so wirkender und thätiger, je mehr sie in einem gewissen Bezuge von einander abweichen.

Dieses war vor drey Jahren schon bey mir entschieden (3) und ich behaupte es noch heute. Ich werde nun die neuern Versuche des

(3) Seit dieser Zeit bin ich immer mehr und mehr in der Meinung einer eigentlichen, künstlichen, durch eine äußere Ursache hervorgebrachten Elektrizität bestärket worden. Welche ich auf mehrerley Art bewiesen habe, vorzüglich durch die Versuche des Geschmackes, welchen ich mittelst der Metalle auf der Zunge zu erregen entdeckt

des Dr. Valli und Anderer herzählen, und wir werden sehen, daß sie trotz aller ihrer günstigen Scheinbarkeit für die Theorie des Galvani, trotz

---

deckt habe. Dieser Geschmack ist entweder sauer oder alkalisch, je nachdem die Metalle z. B. das Silber oder der Zink, welche mit der Zunge den Leiterzirkel bilden, die Spitze derselben berühret. Die Wirkung der Leiter, kraft ihrer blossen Berührung, wenn sie nur sonst verschiedener Art sind, ist offenbar, (jene Wirkung nämlich, welche die elektrische Flüssigkeit zu einem Kreislaufe zwingt, sobald nur der Zirkel der Leiter vollkommen ist) und läßt sich in dem größten Theile dieser Versuche mit Händen greifen. Vorzüglich in jenen, in welchen eine Berührung nasser oder Leiter der zweiten Klasse an den entgegengesetzten Enden mit der der ersten Klasse oder Metallen sehr verschiedener Art, z. B. mit Gold oder Silber von der einen Seite, von der andern aber mit Eisen, oder besser mit Bley oder Zinn, am besten aber mit Zink, statt hat. Durch diese Versuche habe ich auch noch die Richtung des durch dergleichen Berührungen hervorgebrachten Laufes der elektrischen Flüssigkeit ent-

trotz des vielen Geräusches, mit welchem sie seine Anhänger annahmen, wenn wir sie, wie es sich gehört, nach allen ihren Umständen, und

entdeckt; vom Zinne oder Zinke nämlich mittelst der dazwischen gelegten nassen Leiter auf das Gold oder Silber; Insgemein von dem obern auf das untere Metall, dadurch, daß sie die Leiter der zweiten Klasse oder die Nassen durchdringt und das zwar mit einer um so größeren Stärke, je weiter die Leiter der ersten Klasse, die Metalle von einander abstehen. Und zwar in der Ordnung wie ich sie hier unten auf einander folgen lasse. Diese auf meine Versuche gegründete Ordnung, entwarf ich schon zu Anfange des Jahres 1793 (Siehe die zwey vorhergehenden Briefe, andere Abhandlungen, und Briefe an verschiedene meiner Freunde, welche in verschiedenen Zeitschriften abgedrucket sind.) Meine Ordnung weichet sehr wenig von jener ab, welche der Dr. Pfaff ebenfalls im Jahre 1793 ans Licht gestellt hat. Freylich war sie dazumal auf wenige Metalle eingeschränkt, gegen das Ende 1794 wurde sie dadurch vermehrt, daß verschiedene Halbmetalle, Kiese und Stuffen in dieselbe aufgenommen wurden. S. Journal der Physik von Gren, 8r. B. 1794.

und den verschiedenen vielfachen Beisätzen untersuchet haben werden, daß sie, sage ich

---

Tafel.

Die Leiter der ersten Klasse, welche eine besondere Kraft besitzen, die elektrische Flüssigkeit zu reitzen und sie vorwärts in die nassen, oder die Leiter der zweiten Klasse zu treiben.

Zink.

. . . .

. . . .

. . . .

Zinblättchen, welche man uneigentlich Silberpapier nennet.

. . . . } verschiedene Staniole
. . . . } (Zinnblättchen)

Bley.

Einige Arten Zinn in Scheiben oder Stangen.

Spiesglaskönig.

Eine andere Art Zinn.

Einige Arten Eisen.

Wismutkönig.

Andere Arten Eisen.

Verschiedene Messinge (Bronzi)

Messing.

Kupfer

ich, meine Meinung einleuchtend beweise, und der entgegengesetzten jede Stütze und jede Zuflucht raube.

Ich

Kupfer.
Coboltkönig.
Unkristallisirten Schwefelkies.
Bleyglanz, würflicher.
Platina.
. . . .
Quecksilber.
Würflicher Schwefelkies.
Kristallisirter Arsenickkies.
Gold.
Silber.
Strahliges Graubraunsteinerz.
Kupferkies.
Reißbley.
Einige Holzkohlen.

In Rücksicht dieser Tafel muß ich zwey Anmerkungen machen. Die erste ist, daß die punktirten Linien unter einigen der genannten Körper, eben so viele Entfernungsgrade, oder den Unterschied der vermehrten Kraft anzeigen. Im Gegentheil da, wo die hergezählten Körper unmittelbar auf einander folgen, bestehet der Unterschied nur in einem Grade, mit unter ist dieser Unterschied sehr klein, und zwar so klein, daß mir noch mancher Zweifel nach

so

Ich weiß nicht, mein lieber Professor, ob ich Sie auch noch unter jene zu zählen habe, welche für eine eigene wahre, in den oben erklärten

---

so vielen über diesen Gegenstand angestellten Versuchen, übrig bleibt, ob ein jeder dieser Körper gerade an seinem gehörigen Platze stehe, und ob nicht (mancher seine Stelle mit seinem Nachbarn vertauschen, oder mit ihm auf eben derselbe stehen solle? Es hängt vielleicht noch von zufälligen Umständen ab, ob von zweien unmittelbar auf einander folgenden Körpern, der obere in Ansehung des Untern, oder umgekehrt, einiges Uebergewicht habe? je nachdem nämlich die Versuche abgeändert werden. Wenn daher auch der Unterschied zu gering, manchmal ungewiß oder zwischen den nächst auf einander folgenden Körpern, die nach der obigen Tafel (welche durch künftige Versuche noch immer vergrössert und rektifiziret werden wird) nur einen Grad von einander abstehen, sehr veränderlich ist; so ist sie doch äusserst merklich und unterlieget keiner Ungewißheit in jenen, welche um mehrere Grade von einander abstehen, als z. B. das Silber von dem Eisen, von den Zinnblätchen

klärten Sinne thierische Elektrizität sind. Denn Sie suchten von jeher (vielleicht auch itzt noch) das Reich der Elektrizität zu sehr auszubrei-

ten,

---

chen oder dem Zinke. Der Unterschied ist auch nicht mehr zweydeutig, wenn die Körper auch nur um 3—4 oder mehrere Grade von einander abstehen, wie z. B. zwischen dem Spiesglas — und Wismutkönig, zwischen dem Kupfer und Eisen, der Platina und dem Silber u. s. w.

Die zweite ist, daß nicht nur die Metalle, sondern auch viele Erze, vorzüglich Schwefelkiese, obgleich sie mehr Schwefel (welches eine nicht leitende Materie ist) als metallische Substanz enthalten, dennoch beinahe eben so gute Leiter abgeben, als reine Metalle; Im Gegentheil aber, zeigen sich andere reiche Erze, ja selbst die reichsten, wenn sie oxidiret, oder in einem kalkförmigen Zustande sind, als sehr schlechte Leiter. Hier kommt noch anzumerken, daß die genannten Kiese oder metallische Schwefel zugleich mit der leitenden Kraft welche, wie wir gesagt haben, sie in einem gleichen Grade mit den Metallen, auch die Erregende besitzen, und nehmen in dieser

Rücksicht

ten, und ihm die größtmögliche Zahl der natürlichen Erscheinungen, vorzüglich aus der vegetabilischen und thierischen Oekonomie, zu unterwer-

---

Rücksicht die nähern Plätze nach dem Golde und Silber ein, welchen sich allein (um einige Grade unter ihnen) das Reißbley und die Kohle nähern. Alle diese Körper bringe ich unter eine Klasse, welche ich die erste Klasse oder die metallischen Leiter nenne.

Ich komme nun auf unsern Gegenstand zurück, so oft zwey solcher Elektrizitäterreger und Leiter zugleich, der ersten Klasse von verschiedener Art, einer von dieser, der andere von jener Seite nasse fortgehende Leiter der zweyten Klasse berühren, und endlich einer den andern entweder unmittelbar berührt, oder daß mittelst eines dritten beide berühret werden, und auf diese Art einen Zirkel von Leitern bilden, so wird die elektrische Flüssigkeit in Bewegung gesetzt, und beweget sich in einem Kreise, und zwar in der Richtung, daß sie, von den in der Tafel höher stehenden Leitern der ersten Klasse, auf die niedriger stehenden, indem sie die zwischen

terwerfen. Selbst äußerten Sie getäuscht in einem ihrer Werkchen den Glauben, an eine willkührliche Elektrizität in den Thieren, und suchten sie mühsam durch verschiedene Versuche, wovon einige wirklich ganz sonderbar sind, zu beweisen; und dieses Alles viel früher, als die über-

---

ihnen sich befindenden nassen Leiter der zweiten Klasse durchdringt, hinabgehet. Auf diese Art verfolgt sie ihren Zirkel so lange, als dieser nicht an irgend einer Stelle unterbrochen wird. Dieser Lauf ist um so stärker, je mehr die Leiter der ersten Klasse von einander unterschieden, oder je weiter sie auf der vorausgeschickten Tafel von einander entfernt sind. Alles dieses habe ich mit so vielen und überzeugenden Versuchen so dargethan, daß dieserhalb gar kein Zweifel mehr obwaltet. Man muß also in den meisten Fällen, in welchen ein Zirkel oder eine Kette verschiedenartiger Leiter statt hat, wie auch in jenen, in welchen ausser den zwey verschiedenen Leitern der ersten Klasse auch noch nasse Leiter in den Zirkel aufgenommen werden, annehmen, daß kraft der beyderseitigen Berührung, ein elektrischer Kreislauf her-

überraschenden Entdeckungen des Galvani bekannt wurden. Welch einen Eindruck die Versuche des bolognesischen Professors auf Sie gemacht haben, weiß ich eben so wenig, wie Sie in der Folge meine ausgedehntere und vielfältig abgeänderte Versuche aufgenommen haben,

---

hervorgebracht werde, dessen Richtung und Stärke, wird von jener der zwey Wirkungen, welche sich in den respektiven Berührungen entwickeln, bestimmt, welche die Oberhand hat. In dem Falle, in welchen man keine metallische Leiter, oder ähnliche Metalle anbringt, könnte es scheinen, daß die thierische Organe viel eher als die angebrachten Leiter die elektrische Flüssigkeit in Bewegung setzten, daß in ihnen ein wahres Uebergewicht dieser Flüssigkeit die Oberhand habe, und daß sie also blos die Stelle der Entlader vertreten. Wenn es, wie ich sage, das Ansehen haben kann, daß die Muskelbewegungen von einer wahren und eigenthümlichen thierischen Elektrizität herkommen, so dürfen wir uns dennoch nicht alsogleich von diesem Anscheine verführen lassen, und das Prinzip einer eigenthüm-

ben, aus welchen ich mancherley Folgen zog, welche für die thierische Elektrizität nichts weniger als günstig ausgefallen sind. Und endlich wie Sie mit den Versuchen des Herrn Dr. Valli's und ähnlichen Versuchen, welche diese Elektrizität unerschütterlich wieder herstellen

---

lichen und wirkenden Elektrizität als ausgemacht annehmen; da sich diese wenigen Versuche durch unser einziges Prinzip—die Wirkung nämlich der Berührung ungleichartiger Leiter, welches alle Erscheinungen erkläret, auch erklären lassen. Ein Princip, welches durch so manigfaltige Beweise bestättiget ist. Ich werde dahero zeigen, daß sich nicht nur der größere Theil, sondern alle und jede Versuche durch dasselbe erklären lassen. Aus dieser Ursache wird das andere Prinzip der vorgeblichen organischen Elektrizität also überflüssig und auch sehr unwahrscheinlich. Es wird um so unzuläßiger, wenn man bey der Anwendung eines solchen Prinzips und der darauf gebaueten Theorien bei jedem Schritte, auf neue Hindernisse und unerklärbare Anomalien stößt; welches ihre Vertheidiger schon erfahren

len sollten, zufrieden waren. Ich weiß, daß letztere manchen, wie ich schon oben gesagt habe, getäuscht haben. Sie sahen, daß man an frisch zubereiteten und sehr empfindlichen Fröschen selbst ohne Dazwischenkunft irgend eines metallischen Leiters oder eine Kohle, auf eine Art der Zusammenziehungen hervorbrachte, welches ich als unmöglich angegeben hatte, (4) weil es mir dazumal noch nie gelungen war, (auch

fahren haben, da sie gezwungen worden sind, mancherley Wege auszudenken, Hypothesen auf Hypothesen zu häufen, um nur irgend eine Erklärung zu geben und auf irgend eine Art die sich wiedersprechende Versuche vereinigen zu können. Sie hören aber auf sich zu wiedersprechen, bieten keine Anomalien mehr dar, so bald sie auf mein aufgestelltes Prinzip zurückgebracht werden, durch welches sie, wie wir sogleich sehen werden sehr leicht und deutlich zu erklären sind.

(4) Dieses sagte ich zu dreist in meinem zweyten Briefe des verflossenen Jahres, daß ausser den Metallen, Erzen und Holzkohlen, welche theils der Kraft wegen, von welcher gehandelt, theils weil sie vor-

(auch gelinget es äußerst schwer.) Sie gaben also den Vertheidigern der thierischen Elektri-

zi-

---

vortrefliche Leiter abgeben, unter die Metalle gerechnet werden müssen, kein anderer Leiter als Bewegung angebracht, geschickt sey, den elektrischen Geschmack auf der Zunge, noch das Blitzen in den Augen, das Brennen, noch irgend eine Bewegung in den Muskeln der lebhaftesten aufs beste zubereiteten Fröschen hervorzubringen. „Alles dieses ist richtig, bis auf die letzte Zeile, in welcher ich die Wahrheit überschritten habe: daß ohne Dazwischenkunft der metallischen Leiter keine Zusammenziehungen der Muskeln bey Fröschen statt finden, sie auch so lebhaft und so gut zubereitet seyn, als es nur immer möglich ist. In dieser, und andern Stellen habe ich zu viel gesagt, welche ich ebenfalls anführen muß. „Daß mit den nassen Leitern allein, ohne jenen, (den metalischen,) in den lebhaftesten und auf's beste zubereiteten Fröschen keine Zusammenziehungen erreget werden können.„ Dann sagte ich noch in der letzten Note: „Daß die Zusammenziehungen der Muskeln nicht statt fänden, wenn der Leitebogen nicht von Metall sey.„ Man soll aber sogleich sehen, wie diese Ausdrücke zu nehmen, oder auszulegen sind.

zität, des vorgeblichen Uibergewichtes der elektrischen Flüssigkeit zwischen den Nerven und den dazu gehörigen Muskeln oder zwischen den inneren und äußeren Theilen dieser Muskeln, gewonnenes Spiel. Und dennoch erweisen diese Versuche auf keine Weise diese thierische Elektrizität. Sie zeigen nur an, daß ich zu weit gegangen sey, als ich sagte, daß mittelst der nassen Leiter allein, ohne der Dazwischenkunft eines metallischen Leiters der ersten Klasse, keine Zusammenziehungen in den, auf was immer für eine Art zubereiteten, obgleich äußerst empfindlichen Fröschen hervorgebracht werden könnten. Dieses muß ich zurücknehmen, oder meine zu allgemeine Ausdrücke verbessern, nicht zwar in Rücksicht auf den Hauptsatz, welchen ich behauptet habe, und noch immer behaupte, das ist: daß die Bewegung der elektrischen Flüssigkeit nicht von den thierischen Organen, in welchen sich dieselbe, nach der Meinung der Galvanianer als eine Ladung oder ein Uibergewicht befindet, herrühre, wohl aber von der Kraft, welche aus der Berührung im gleichartiger, den Leitungsbogen bildender Leiter, entspringt. Kurz, daß selbst in solchen Ver-

suchen,

suchen, bey welchen man sich keiner Metalle bedient, eine künstliche, durch eine äußere Ursache, keineswegs aber eine durch eine innere Kraft der Organe, Nerven, oder Muskeln hervorgebrachte Elektrizität statt finde.

Um nun wieder auf diese Versuche zu kommen, so nimmt es mich gar nicht Wunder, daß selbst viele von jenen überraschet worden, welche anfänglich die vorgebliche thierische Elektrizität nicht glaubten und sich nun öffentlich für sie erklärten, nämlich alle jene die nur bey diesen stehen blieben und nicht reiflich über alle Umstände nachdachten. Ohne diesen Nachdenken mußten alle getäuscht (und wer war dies beym ersten Anblick nicht) bleiben, wenn sie stärkere oder schwächere Zusammenziehungen in allen Muskeln der Hinterfüsse eines vollkommen zubereiteten Frosches, bloß dadurch entstehen sahen, daß man mit einem dieser Füsse, die Schenkel oder ischiatischen Nerven, oder selbst nur die Rückenmuskeln berührte.

Dies ist der vorzüglichste Versuch, durch welchen Valli und mit ihm alle älteren und

neueren Galvanianer glauben, daß sie ihre Sache gegen mich gewonnen und mich zum Stillschweigen gebracht haben. Andere, diesem ähnliche Versuche sind: den Frosch mit der einen Hand bey den Füssen halten, und mit dem Finger der andern, oder mit der Zunge die herabhängenden Schenkelnerven, oder das Stück Rückgrad, welches man an den Frosch gelassen hat, zu berühren. Oder den Frosch eben so bey einem Fusse zu halten, und das Stück Rückgrad oder einen Theil des Rumpfes, wenn dieser entweder ganz oder doch größtentheils daran gelassen werden ist (5) in ein Näp-

5) Bey der Zubereitung der Frösche nach den von Hrn. Galvani angegebenen Weise, läßt man gemeiniglich an den ischiatischen Nerven nur ein Stückchen des Rückgrads, höchstens drey oder vier Wirbelknochen. Ich aber lasse gewöhnlich den ganzen Rumpf mit den Vorderfüssen daran, und schneide nur den Kopf ab. In vielen Versuchen gewehret mir dieses Vortheile und Bequemlichkeit zugleich. Einen Frosch gänzlich zu tödten finde ich am bequemsten, wenn man ihm ein Stäbchen

Näpfchen Wasser zu stecken, mit dem andern Fusse oder Schenkel aber das Wasser zu berühren; und auf beyderley Weise erhält man manchmal Zusammenziehungen. Welches ebenfalls auf jene Art geschiehet, die in dem anonymen Werkchen, unter dem Titel: Von dem Ge-

---

chen der Länge nach ins Rückenmark stößt; da geräht er in ein heftiges Zucken, strecket die Hinterfüsse von sich, und stirbt bald darauf ganz; das heißt, seine Glieder entspannen sich, und werden natürlich unbeweglich; und nur für die mechanische noch mehr aber für die elektrischen Reitze behalten sie noch auf eine lange Zeit einige Bewegbarkeit. In einem solchen Zustande können die Bewegungen, welche man mittelst der Leiter u. s. w. erhält nicht zweydeutig seyn, oder mit den willkürlichen Bewegungen vermengt werden, wie in jenem Falle, wenn der Frosch, obgleich ihm sein Kopf abgeschnitten worden ist, sein Rückenmark unverletzt erhält, und gewissermassen noch lebet, oder wenigstens die Beine gefaltet und angezogen hat, und dem, welcher sie ausstrecken will, Widerstand leistet, sie mit Gewalt wieder zurückziehet, u. s. w.

Gebrauche und der Wirkung des Leitbogens in den Zusammenziehungen der Muskeln. Modena. 1794) beschrieben ist, von welchen ich, in den Noten des im vergangenen Frühjahrs an Sie geschriebenen zweyten Briefes zu reden Gelegenheit hatte. Diese Weise bestehet darinn, daß man mit den herabhängenden Nerven oder den noch daran gelassenen Stückchen Rückgrades, die Dickbeine oder Schenkel berühre.

Diese und ähnliche Versuche, in welchen kein metallischer Leiter, keiner von denen, welche ich Erreger (eccitatori) genannt habe, vorkömmt, in welchen ein Theil des Thieres selbst den Leitebogen ausmacht, oder, wenn er ihn ja nicht ganz ausmacht, dennoch den Leitezirkel mit andern nassen Leitern ergänzen hülft. Diese Versuche, rufen die Galvanianer, sind entscheidend, sind überzeugend. In diesen kann die Elektrizität nirgends anders her, als aus den thierischen Organen gefolgert werden, in welchen sich die elektrische Flüssigkeit in dem Stande einer Ladung, oder einem aus dem Gleichgewichte gebrachten Uebergewichte zwischen

den

den Nerven und Muskeln, in welchen jene ihren Sitz haben, oder zwischen den äußern und den inneren Theilen der Muskel selbst, befindet, welches dem Herrn Galvani das wahrscheinlichste ist. Nun was sagen Sie dazu, mein lieber Freund! geben Sie es ihnen sogleich schlechterdings gewonnen? oder bleiben Sie der vielen von mir angeführten Versuche wegen, noch unschlüssich? aus welchen es erhellet, daß diese Elektrizität bloß künstlich sey, und daß die elektrische Flüssigkeit durch eine äußere Ursache, durch eine Kraft, welche aus der Berührung ungleichartiger Leiter entspringt, hervorgebracht werde? oder um Frieden zu halten, wollen Sie beyde Prinzipien gelten lassen, und annehmen, (welches ich auch einmal aber nur eine kurze Zeit that,) (6) daß einmal

6) In einem Briefe an den Abt Tomaselli in Verona schrieb ich im August 792. „Ich habe viele neue Erscheinungen erhalten, welche indem sie wahrscheinlich die Wirkungen der thierischen Elektrizität ausdehnen, die Erklärungen des Herrn Galvani größtentheils zu nichte

einmal das eine, ein andermal das zweite Prin- zip Ursache dieser Zuckungen sey? Aber sie kön-

nen

---

te machen, und zeigen, auf welche Art die Muskelbewegungen, welche durch die Metallbelegungen hervorgebracht werden, gewöhnlich die Wirkung einer künstlichen äußern Elektrizität sind; aber dennoch nicht immer, wie man zu glauben veranlaßt werden könnte. Ich habe ebenfalls bewiesen — daß die elektrische Flüssigkeit durch die bloße organische Kraft zwischen den Nerven und Muskeln oder zwischen den innern und äussern Theilen des Muskels, aus dem Gleichgewicht gebracht, und in eine Bewegung gesetzet werden könne. Daher stehet also diese große Entdeckung des Hrn. Galvani einer wahren thierischen Elektrizität noch immer vest und aufrecht, sie muß aber auf sehr wenige Erscheinungen zurückgebracht werden.„ Und bald darauf sagte ich: „Lassen wir das Erklären, und bleiben wir lieber bey dem durch eine zweyfache Belegung von verschiedenen Metallen verursachten Uebergange der elektrischen Flüssigkeit aus einem Theile des Thieres in einen andern, stehen; ich sage nun, tritt

ein

nen kühn glauben, daß die ungleichartigen Metalle mit ihren nassen Mitleitern ganz gewiß

die.

---

ein dergleichen Umstand ein, das heißt, sind diese Belegungen verschieden, so entstehen diese Bewegungen, und sie unterbleiben gänzlich, wenn diese Belegungen, nur von einem und demselben Metalle sind. Man kann also mit Grunde nicht sagen, daß im ersten Falle eine thierische Elektrizität im Spiele sey, sondern man muß diese Wirkung ganz allein einer künstlichen durch dieses neue Mittel hervorgebrachten Elektrizität beymessen.

Im entgegengesetzten Falle, wenn der Nerve, auf die Art des Herrn Galvani entblößet und isoliret wird, und man berühret diesen, und den Mnskel in welchen er seinen Sitz hat, mit den zwey Enden eines Metalldraths, wenn gleich der Nerve sowohl als der Muskel nur mit einerley Metalle auf eine und ebendieselbe Art beleget sey, so entstehen nichts destoweniger die Zuckungen; dann aber können wir mit Sicherheit behaupten, daß eine wahre und eigenthümliche thierische Elektrizität die Ursache dieser Er-

schei-

die Kraft besitzen, die elektrische Flüssigkeit zu setzen, und daß diese Wirkung dieser da-
durch

---

scheinungen sey. Und warlich, woher könnte auch die Bewegung der elektrischen Flüssigkeit kommen, da die Ursache nicht in der Kraft der Belegungen, welche ganz gleich sind liegt, wenn sie nicht ursprünglich in den organischen Theilen selbst, auf welche diese Belegungen angebracht sind, läge? Dieser Zustand einer natürlichen Elektrizität, eines Uebergewichtes zwischen den Nerven und den Muskel kann nach dem Tode und der Dissektion eines Thieres nur eine kurze Zeit dauern, daher hört auch, ein auf diese Art zubereiteter Frosch in einigen Minuten auf, sich zusammen zu ziehen; anstatt daß das Thierchen mittelst der ungleichartigen Belegungen von Stunde zu Stunde die Zuckungen wiederholet, selbst dann noch, wenn beyde auf die äussere Seite ohne irgend einen Nerven zu entblößen, gebracht werden."

Um nichts anders erklärte ich mich in einem andern, um diese Zeit geschriebebenen langen Briefe an einem berühmten hol-

durch erregte elektrische Lauf viel zu schwach sey, und durch gewöhnliche Elektrizitätsmesser ange-

---

holländischen Naturforscher den Hrn. von Marum (dieser Brief soll in den Abhandlungen der Harlemer Gesellschaft abgedruckt worden seyn,) auf eine ähnliche Art in einer Abhandlung, welche fast um eben diese Zeit an die k. Societät zu London geschicket worden ist, und welche in dem Bande der Philosophischen Transaktionen für das Jahr 1793 erschien. Auch davon will ich hier eine Stelle anführen. „Endlich, da man es mittelst der Belegungen mit verschiedenen Metallen, des Nervens und der Muskeln allein dahin bringt, Zuckungen in denselben, und eine Bewegung in den Gliedern zu erregen; so muß man daraus schließen, daß wenn es der Fälle giebt (welches noch immer zweyfelhaft ist) in welchen die vorgebliche Entladung zwischen den Nerven und den Muskeln die Ursache dieser Muskelbewegungen ist, von welchen es sich hier handelt; so muß es auch der Fälle, und das zwar sehr oft geben, in welchen man eben diese Bewegungen durch ein ganz anderes Spiel,

durch

angezeiget zu werden, aber mehr als hinlänglich stark, um die willkürlichen Nerven, oder besser

---

durch einen ganz andern Umlauf der elektrischen Flüssigkeit erhalte.

Ganz gewiß ist dies ein ganz anderes Spiel dieser Flüssigkeit, deren Gleichgewicht man vielmehr störet, als herstellet, welche von einem Theile auf den andern übergehet, und dies nicht aus Folge eines Uebermaßes oder Mangels, sondern durch eine eigene Wirkung eben dieser Metalle, so bald sie von verschiedener Art sind. Auf diese Weise entdeckte ich dieses mein Gesetz, kein Gesetz der thierischen, wohl aber der gemeinen Elektrizität, welcher man den größten Theil der Erscheinungen zuschreiben muß, die nach den Versuchen des Hrn. Galvani, als auch nach vielen der meinigen, welche ich nach jenen dieserwegen angestellet habe, einer wahren willkürlichen thierischen Elektrizität anzugehören scheinen, ihr aber gar nicht zukommen. Denn sie sind in der That die Wirkungen einer sehr schwachen gemeinen Elektrizität, welche auf eine Art erreget wird, auf die man nie gedacht hat, durch die Belegung nämlich zwey-

besser die respektiven und andere sehr empfindliche Muskeln, durch welche sie vereint durchgeht,

---

zweyerley Metalle, wie ich es schon gesagt habe, und in der Folge noch deutlicher erklären werde.,,

Ich muß hier bemerken, daß ich nach der Entdeckung dieses neuen bis itzt unbekannten Gesetzes der künstlichen Elektrizität alsogleich ein Mißtrauen in alles setzte, was immer diese natürliche, im eigentlichen Sinn thierische Elektrizität zu beweisen schien, und daß ich auf dem Punkte war ganz von ihr abzugehen. Aber als ich nochmals alle diese Erscheinungen einer überdachten Prüfung unterwarf, und in dieser Hinsicht die Versuche wiederholte, so fand ich, daß einige davon diese Prüfung aushielten; z. B. jene, bey welchen man der verschiedenen, ja selbst gar keiner Belegung nöthig hat, wo ein einfacher Metalldrat, ja selbst jeder anderer Körper hinreichet, den Leitebogen zwischen den entblößten Nerven und den dazu gehörigen Muskel abzugeben, und in diesen letztern die Zuckungen hervorzubringen; daß also eine natürliche, thierische, eigentlich organische Elektrizität

wirk-

geht, zu reitzen. Diesen genugsam wirkenden Lauf, fühlen die schon seit langer Zeit zube-

reiteten

---

wirklich da sey, und gänzlich über Haufen geworfen werden könne. Die Erscheinungen welche sie beweisen, obgleich sie sehr gering an der Zahl sind, hören dennoch nicht auf sie ausser Zweifel zu setzen, wie ich eben angezeiget habe, und weiter unten ausführlicher zeigen werde.„

Aber späterhin wurde ich gezwungen diese ganze Idee aufzugeben. Da ich schon gefunden hatte, daß die erregten Zuckungen größtentheils einer künstlichen Elektrizität zugeschrieben werden müssen, welche durch die Anwendung und die gegenseitige Berührung ungleichartiger, vorzüglich metallischer Leiter, ungleich eher, als durch die vorgebliche thierische Elektrizität in Bewegung gesetzt werden, so mußte ich argwöhnen, daß auch in jenen ziemlich seltnen Fällen, in jenen wewenigen Versuchen, in welchen die Zuckungen ohne Dazwischenkunft metallischer Leiter dennoch statt haben, und den Glauben an eine wahre thierische Elektrizität (durch welche ich die Theorie des Hrn. Galvani wenigstens zum Theil erhalten

 woll-

reiteten, und schon sehr schwachen Frösche — so ebenfalls die nicht ganz zubereiteten, und auch jene deren Nerven noch mit der Haut bedeckt sind, ja selbst die von ihnen, oder von jeden andern Thier abgesonderte Muskeln. Diesen Lauf fühlen, wie ich entdeckt habe, die Nerven des Geschmacks, des Gesichts u. s. w. Sie können nun meinen vielen Versuchen, in welchen bloß durch Hülfe verschiedener Metalle die obgemeldten Wirkungen erhalten werden, Glauben

---

wollte) annoch zulassen, daß sie, sage ich, ebenfalls die Wirkung einer äußern Elektrizität, das ist einer durch die Berührung der verschiedenen Leiter des Kommunikationsbogen hervorgebrachten Bewegung seyn könnte. Dieser Argwohn bestätigte sich, zum Unglück der armen thierischen Elektrizität, der nun gar keine Stütze blieb, in dem Maaße, in welchen ich mit meinen genauen und vielfältig abgeänderten Untersuchungen und Versuchen vorwärts gieng; wie ich es in meinen spätern Schriften, vorzüglich in meinen zwey Briefen an den Hrn. Abt Vassalli 1794 gezeiget habe, und itzt in diesen und den folgenden vollends beweisen werde.

Glauben beymessen oder nicht? Oder Sie können zur nämlichen Zeit auch noch glauben, oder wenigstens vermuthen, daß die Bewegung elektrischer Flüssigkeit manchmal von einer Ladung oder einem Uebergewichte in den thierischen Organen, (wie es die Galvanianer für wahr annehmen) herrühre. Wenn z. B. die Zuckungen entweder mittelst eines einzigen Stück Metalls, oder auch ohne Metall, bloß durch einen Leitebogen nasser Leiter, wie es die neuern Versuche zeigen, hervorgebracht werden. Läßt man nun eine solche Ladung, eine solche Tension in den thierischen Organen zu, so muß sie äußerst schwach und von einer sehr kurzen Dauer seyn; bemerken muß man auch daß sie gewöhnlich nur schwache, und dies nur selten, Zusammenziehungen hervorbringe, und zwar nur bey frisch und sehr gut zubereiteten und noch mit vieler Lebenskraft versehenen Fröschen. Aber wenn, wie ich handgreiflich beweisen werde, das Prinzip der ungleichartigen Leiter, eines durch so viele klare, redende, und ohne Vergleich zahlreichere Beweise bestätigte Prinzips, auch noch hinreichet die wenigen zweifelhaften Versuche zu erklären, warum

rum seine Zuflucht zu einem andern, nicht bewiesenen, zu einer wahren thierischen Elektrizität zu nehmen? Warum zweyerley von einander so verschiedene Prinzipien zu diesen so ganz gleichen Erscheinungen anzunehmen. (*)

Bey der näheren Beleuchtung und Untersuchung dieser Versuche, durch welche mir es gelungen war Zuckungen in einem Frosche mittelst zweyer Belegungen von ein und demselben Metalle, und mittelst eines Bogens aus einem Metalle ohne anderer Belegung, zu erregen, entdeckte ich, daß eine kleine zufällige Verschiedenheit in den Beschaffenheit dieser Belegungen oder den Ende des Bogenleiters, z. B. in der Politur u. s. w. hinreiche, um die elektrische Flüssigkeit in eine Bewegung zu setzen, sie in einen Lauf zu bringen, und einen vollkommen und frisch zubereiteten Frosch zu bewegen. Diese Entdeckung, welche sich durch unzählige Versuche bestättiget fand, war der Gegenstand des ersten, der schon oft erwähnten Briefe, welchen ich voriges Jahr schrieb. Einige Monate darnach wurde meine Aufmerksamkeit

(*) Siehe die dritte Note.

samkeit durch die neuern Versuche des Herrn Abts Valli, bey welchen man sich gar keiner Metalle bedienet, aufgeregt. Ich machte sie nach, analysirte sie, wiederholte sie und änderte sie auf verschiedene Arten ab, und fand sehr bald, daß hier nur die Berührung der ungleichartigen Leiter nothwendig sey, und daß das ganze Spiel von dieser Verschiedenheit abhänge. Diese spätere Entdeckung und Erklärung machte ich dem Präsidenten der Londner königl. Gesellschaft Hrn. Banks, und andern meinen Freunden gegen das Ende des vergangenen Herbstes bekannt. Alle sowohl einheimische als auswärtige, welchen ich, im Laufe des ganzen Jahres meine Versuche zeigte, fanden sie überzeugend und alle insgesammt traten meiner Meinung bey.

Ich zweifle aber dennoch nicht, schätzbarster Freund, welcher Meinung sie auch sonst immer waren, daß Sie meine annehmen werden, sobald sie nur meine Gründe, noch mehr aber meine Versuche (welche ich sogleich ausführlicher beschreiben werde,) gehörig erwägt, und meine Versuche selbst wiederholt haben werden. Dies letzte, ich darf es sagen,

ist

ist sehr nothwendig. Die Beschreibungen der Versuche anderer anzuhören, oder zu lesen, ist nicht genug, man muß sie nachmachen, und wieder nachmachen, und auf vielerley Art abändern, wie ich es gethan habe, um vollkommen überzeugt zu seyn. (7)

---

7) So lang man nur die Abhandlungen jener ließt, welche die thierische Elektrizität läugnen oder vertheidigen; zufälliger Weise sind die ihr günstigen Schriften zahlreicher, vorzüglich seit der Bekanntmachung der Versuche, in welchen die Zuckungen in den Fröschen erhalten werden, wenn der Fuß des Thierchens selbst ohne irgend einem Metalle oder andern fremden Körper den Bogenleiter bildet. Ueberdieß geben diese Schriften sich ein triumphirendes Ansehen, da ist es denn leicht, gefangen und verblendet zu werden: je schöner, je scheinbarer, je reicher an Anwendungen die Hypothesen einer solchen den thierischen Organen eigenen Elektrizität erscheinen, je williger läßt sich der leichtgläubige Leser von denselben anziehen. Diesen Hang zu überwinden, den Irrthum der schon für sie Eingenommenen der Verführten zu zerstreuen, dazu gehört mehr, als eine, auch sehr deutliche Beschreibung

Unnütz wird es nicht, wenn ich sie vors erste aufmerksam darauf mache, daß die gerühmten Zuckungen ohne Dazwischenkunft irgend eines Metalls in einem nur erst zubereiteten Frosche nicht immer und nur mit vieler Mühe erhalten werden, wie sie ohne Zweifel schon selbst auch erfahren haben; da doch durch die Anwendung zweyer ziemlich verschiedener metalischer Leiter, und selbst mittelst eines einzigen Metalls, welches aber zwischen zwey nasse

nicht

---

zahlreicher Versuche, welche das Gegentheil bewirken, wie es meine sind, welche gerade die für die thierische Elektrizität günstigen, derselben entgegen gesetzt erklären. Diese Menschen müssen sehen, mit Händen greifen um überzeugt zu werden. Alles was Ihnen nur gesagt, erzählet wird, schafft ihre Fantasie nach ihren Gefallen um. Alle Versuche verlieren durch die blosse Erzählung sehr viel von dem Eindruck, den sie machen sollten, geschieht es aber, daß man sie mit den Augen siehet, so überzeugen sie auf der Stelle, wie es viele erfahren haben, welchen ich dieses Jahr hindurch diese Versuche zeigte.

nicht metallische Leiter gestellt seyn muß, (in der Folge werde ich zeigen, daß diese zweyte von mir entdeckte Art, nicht weniger wirksam sey, als die erste) ungleich stärkere und länger anhaltende Zuckungen, und das selbst in nach ganzen, oder nur zur Hälfte zubereiteten, das heißt nur ausgeweideten Fröschen nie ausbleiben. Wenn es unumgänglich nothwendig ist, daß der Frosch nur erst, und auf die bestmögliche Art zubereitet sey, so daß die Schenkeln nur durch die ischiatischen Nerven mit dem Rumpfe zusammenhängen, und daß sie noch voller Lebenskraft seyen; wenn troz dieser vollkommenen Zubereitung und anderer günstiger Umstände, diese Zuckungen dennoch nur sehr selten auf oberwähnte Arten erscheinen, so müssen alle diese Arten, bey welchen man sich keiner metallischen Exzitatoren bedienet, sehr wenig wirksam seyn.

Wahr ist es, daß sie häufiger und von längerer Dauer erhalten werden, wenn man mit dem einen Fuße des Frosches den ischiatischen Nerven (durch welchen er mit dem Rumpfe zusammen hängt,) oder den fleischigten Theil

des

des Rumpfes selbst berühret; aber dies geschiehet auch nur selbst mit den lebhaftesten Fröschen, und gleich nach ihrer Vorbereitung (welches doch immer der günstigste Augenblick ist) nicht immer, und wenn man auf die erforderlichen Bedingungen, unter welche man sie erfolgen, oder nicht erfolgen siehet, so wird man die Bedingungen entdecken, unter welchen sie gelungen, und diese werden endlich die wahre Ursache dieser Erscheinungen und ihr allgemeines Prinzip enthüllen.

Diese Bedingungen sind, erstens: daß der getödtete, abgezogene und zubereitete Frosch nicht so rein abgewischet sey, als ob er mit Wasser abgewaschen worden wäre; vielmehr soll er noch mit Blut beschmieret, oder mit andern Säften überzogen, mehr oder weniger klebrig seyn. Dieser Umstand, das heißt diese beschmutzten Glieder erleichtern den Uebergang in den Versuchen des Herrn Dr. Valli. In Ermangelung dessen, muß man (wie es der obengenannte Verfasser selbst anmerket) den Theil des Schenkels, der Nerven, und des Rumpfes, zwischen welchen die Berüh-

rung statt haben soll, mit Speichel, Salzwasser, (8) Urin, Schleim, oder verschiedenen andern vegetabilischen Säften u. s. w. überstreichen, besser noch mit in ein wenig Wasser auf-

---

8) Auch in den mir entgegengesetzten Versuchen, in dem Werkchen: Von dem Gebrauche und der Wirkung des Leitebogens u. s. w. von welchen ich in der 4ten Note zu dem zweyten Briefe Rechenschaft gegeben habe, weiset der unbekannte Verfasser darauf hin, und sagt, es gelänge ungleich leichter die Zuckungen durch die Berührung der ischiatischen Nerven des Rumpfes mit den nackten Schenkeln hervorzubringen, wenn man diese Theile einige Zeit in einem Salzwasser weiche. An die Erklärung, welche ich dort zu geben versucht habe, halte ich mich nun nicht mehr, nämlich seine Zuflucht zu einem mechanischen Reitze, einem Drucke oder Stoße zu nehmen. — Eine Erklärung, welche mir schon dazumahl nicht ganz Genüge leistete, auch giebt sie keine Ursache an, wie und warum das Salzwasser und andere Feuchtigkeiten so viel zu dem Gelingen dieser Versuche beytragen; aber diese und andere gleichförmige würden alle auf

aufgelößter Seife, am besten aber wenn man sie mit konzentrirten sauern oder alkalinischen Flüssigkeiten bestreichet — wie ich es selbst in meinen tausendfach abgeänderten Versuchen erfahren habe, und Sie ebenfalls leicht erfahren können.

Zweitens darf die Berührung des entblößten ischiatischen Nerven oder der nackten Muskeln des Rumpfes nicht mit jedem Theile des Fußes vorgenommen werden; sondern muß nur mit der Senne, in welche sich der dicke Schenkel oder gastromemische Muskel endigt, geschehen. Diese Senne oder Flechse geht bis über das Fuß-Gelenke hinaus, verlängert sich bis auf die äußerste Zehe, und zeiget sich dem Auge gleich beym ersten Anblicke durch seine weisse Silberfarbe oder richtiger durch seinen Perlglanz.

Es

auf eine Wirkung auf die elektrische Flüssigkeit zurückgebracht, welche selbst die nicht metallischen Leiter (freilich unendlich schwächer) kraft der gegenseitigen Berührung hervorbringen.

Es ist wirklich sehr sonderbar, wenn man die noch vom Blute triefenden Rücken-Muskeln mit den ebenfalls noch mit Blute oder andern klebrigten oder salzigten Materien bedeckten Schenkelmuskeln berühret, so bleiben sie ruhig; auch bleiben sie es, wenn man sie mit der obern Hälfte des gastromemischen Muskels jener nämlich, welche fleischig und röthlich ist, berühret. Im Gegentheil aber erfolgen die Zuckungen alsogleich, wenn man sie mit der untern Hälfte, jener, welche in einer flechsenartige Substanz übergehet, und anfängt jene angeführte weisse glänzende Farbe zu haben, berühret. Wenn man also Zuckungen entstehen sehen will, so müssen die Muskeln des Rumpfes, oder die ischiatischen Nerven, entweder mit dem äußersten Ende des gastromemischen Muskels, oder mit dem Fußgelenke oder mit der langen sichtbaren weissen Senne berühret werden. Und dennoch erhält man diese nicht immer, beynahe niemal so lange die zweite Bedingung, das ist, wenn das mit einer klebrigen oder salzigen Materie Ueberzogen seyn, fehlet. Zum Beweise mag dienen, daß wenn man einen zubereiteten Frosch

wohl

wohl mit reinem Wasser abwäscht, so erhält man keine Zuckungen, wenn die Rückenmuskel mit dem weissen sennigten Theile des Fußes berühret wird. Geschiehet es aber dennoch manchmal, daß Zuckungen an einem solchen abgewaschenen Frosche erfolgen, so kann man für gewiß annehmen, daß noch irgend etwas fremdartiges daran klebe. Wenn ich einen Frosch nur einmal und das nicht rein genug gewaschen hatte, so geschah es, daß ich auf die oben gedachte Art Zuckungen erhielt, ich unterwarf ihn sodann einer zweiten genauern Waschung, in welcher vorzüglich der abgeschnittene Rücken recht abgerieben wurde, und die Zusammenziehungen erschienen nie mehr.

Wir wollen also beide Erfordernisse, die Dazwischenkunft einer heterogenen Feuchtigkeit, und Heterogenität, wenn ich so sagen darf, der thierischen Theile, die sich einander nähern; sie dürfen sich aber nicht zu ähnlich seyn, wie Muskel und Muskel, vorzüglich in ihren Bau und Festigkeit, sondern sie müssen noch immer merklich von einander unterschieden seyn. Der Unterschied, welchen ich für den zuträglichsten

halte,

hälte, ist gerade der zwischen der Senne und den Muskel, oder zwischen der Senne und den Nerven (jener zwischen den Muskel und den Nerven ist nicht so sehr); eben so zu unsern Vorhaben günstig, als dieser Unterschied zwischen den thierischen Leitern ist, so sehr ist es das dritte, welches zwischen diesen zweyen stehen muß (dadurch wird der Leitezirkel vollendet) welches eine klebrigte oder salzigte Feuchtigkeit oder besser noch aufgelöste Seife, oder am besten, wie ich schon gesagt habe kaum flüssiges Alkali ist.

Diese erforderlichen Umstände oder Bedingungen ohne welchen man in den genau zubereitesten Fröschen keine Zuckungen ohne Dazwischenkunft irgend eines Metalls oder Leiters der ersten Klasse erhält, beweisen schon hinlänglich, daß der Umlauf der elektrischen Flüssigkeit, welcher die Zuckungen verursacht, von keiner Entladung oder von einer durch die thierischen Organen mitgetheilte Bewegung herrühre; dann aus welcher Ursache erfolgte diese Entladung nur dann, wann mit den flechsigten Theile des Fusses die Muskeln des Rumpfes

pfes

pfes oder die ischiatischen Nerven; niemals aber, wenn man sie mit den fleischigten und weichen Theilen der Schenkel oder den Fußmuskeln berührte. Wenn in diesem Falle der Leitezirkel gleich vollkommen, und gleich tüchtig, ja besser noch, (weil er kürzer ist,) wäre, und diese Theile saftiger, welcher, folglich ableitender als die harte, und weniger feuchte Flechse sind. Und warum sollte es nicht durch die unmittelbare Berührung der Rückenmuskeln, mit was immer für einen Theile des Schenkelmuskels ohne Dazwischenkunft eines dritten leitenden, von den beiden thierischen Substanzen sowohl, als von dem Wasser verschiedenen Körper, ohne Dazwischenkunft einer klebrigten oder salzigten Feuchtigkeit gelingen? Sollte es nicht um so besser vor sich gehen, wenn man mit dem Fußmuskel, anstatt einen dritten Körper, welcher, weit davon den schon ein wenig widerstrebenden Leiteweg zu erleichtern, (weil diese Substanzen oder selbst, diese thierische Feuchtigkeiten nicht mehr in einem ganz vollkommenen Zustande sind) sondern vielmehr erschweren, weil ein unvollkommener Leiter zwischen sie tritt?

wenn man die unvollkommenen Leiter vermehrte, und in den Leitebogen anstatt zwey, lieber drey Leiter aufnähme, würde dieses nicht die vorgebliche Ladung oder den Durchgang der elektrischen Flüssigkeit erleichtern? hätte denn nur auf diese Art die Ladung die Kraft den Frosch zu bewegen, und nicht auch auf die andere, welche doch dazu geschickter seyn sollte? ich meine die unmittelbare Berührung mit dem Schenkel.

Wenn nun dies, wie Sie sehen, ein unerklärliches Paradox ist, sobald wir es gegen die Begriffe halten, welche wir von den elektrischen Ladungen, und den Leitern als Leitern betrachtet haben, (als Körper, welche keiner andern als der elektrischen Flüssigkeit den Durchgang erlauben) wenn es mit diesen Begriffen auf keine Art zusammen zu reimen, ja selbst durch die erwähnten Erscheinungen denselben gerade entgegengesetzt ist; so muß man auf ein anderes Prinzip zurückgehen, und hat man die angebliche Ladung oder das Uebergewicht was immer für einer elektrischen Flüssigkeit in den Nerven oder Muskeln unseres zubereiteten Frosches

auf-

aufgegeben, so muß man die Leiter aus einem andern Gesichtspunkte ansehen; man muß sie als erregend und bewegend betrachten, mit der wunderbaren Kraft begabt, die die elektrische Flüssigkeit (so wie sich zwei derselben von verschiedener Art gegenseitig berühren) aufzureitzen, zu bewegen und in Lauf zu bringen; wie es klar aus den kurz vorher erzählten Versuchen erhellet. Betrachten sie dies von allen Seiten, und Sie werden finden, daß sich nur auf diese Art, die unzählige Versuche erklären lassen, weil sie alle auf dieses Prinzip zurückgeführt werden können, wie ich es zeigen will.

Aber sind denn die nicht metallischen, die nassen, oder irgend eine Feuchtigkeit enthaltende Leiter der zweiten Klasse nicht auch Aufreger (Eccitatori) wie es die Metalle, oder die Leiter der ersten Klasse, verglichen mit jenen der zweiten, sind? Ist ihnen nicht ebenfalls wie den Metallen diese Kraft verliehen? Ganz gewiß, aber nur in einem geringern Grade, so daß sie den metallischen Leitern in der Eigenschaft die elektrische Flüssigkeit zu be-

wegen, eben so weit, als in jenen sie zu leiten nachstehen.

So dachte ich gleich anfänglich, und erklärte mich darüber in einigen im Sommer 1792 geschriebenen Briefen an meine Freunde, worunter sich der Hr. Abt Tomaselli, und der berühmte holländische Naturforscher Hr. Dr. von Marum befinden. In der Note unten, werde ich aus den einen und den andern einige Stellen anführen, damit Sie sich überzeugen können, ob ich nicht geneigt war, oder besser, ob ich nicht als gewiß annahm, daß selbst durch die Berührung mehrerer nassen Leiter von der zweiten Klasse, wenn sie von einander verschieden sind, der elektrischen Flüssigkeit ein Trieb oder Stoß beygebracht werden könne, auf eben die Art, wie es bey der Vereinigung der nassen Leiter mit den metallischen geschiehet. (9) Ob ich gleich

(9) In den Briefe an den Hrn. Abt Tomaselli bediente ich mich folgender Worte: Die Metalle sind nicht nur allein voll-

gleich diesen Gedanken nie ganz aufgab, so erklärte ich mich doch manchmal ganz verschieden

---

vollkommene Leiter der Elektrizität, sondern sie sind auch Aufreger derselben; sie erleichtern dem Durchgange der aus dem Gleichgewicht gebrachten elektrischen Flüssigkeit, (welche sie von dem Orte, wo Ueberfluß herrscht, auf jenen führen, welcher daran Mange hat,) den Weg; sondern sie bringen selbst ein solches Uebergewicht hervor, setzen dieselbe in Bewegung und führen es dorthin, wo sie schon gehörig vertheilet ist; und dies blos durch die Anwendung irgend eines andern Leiters, so wie wir es durch das Reiben der idioelektrischen Körper geschehen sehen. Und da ein Metall dem andern in der Kraft diese Flüssigkeit an sich zu ziehen oder von sich zu lassen, überlegen ist, so geschiehet es, daß, wenn die Belegungen von verschiedenen Metallen, wie schon gesagt worden ist, angebracht, und diese dann unter einander verbunden werden, sie diese Flüssigkeit in einen unaufhörlichen Kreislauf setzen. Diese neue Kraft der Metalle hat noch Niemand auch nur vermuthet, zu

schieden darüber; dies zwar nicht aus dem Grunde, als ob ich geglaubt hätte, die Leiter der

zweiten

---

zu deren Entdeckung meine Versuche geführet haben. „Schenken sie dem was sogleich folgt Ihre Aufmerksamkeit.

Ich glaube dennoch nicht, daß diese Kraft nur den Metallen allein, sondern allen andern Leitern eigen sey; und halte dafür, man müsse als ein allgemeines Gesetz festsetzen, daß die bloße Berührung der Leiter von verschiedener Oberfläche, vorzüglich aber von verschiedener Art hinreiche, das Gleichgewicht der elektrischen Flüssigkeit zu stören und sie zu bewegen, ohne daß dazu irgend eine Reibung nothwendig sey; Diese Reibung, sie möge nun in einem Schlage oder einem bloßen Drucke bestehen, kann nur dadurch wirksamer werden, daß sie die Berührungspunkte dieser Leiter vermehre.

Das, was sich aus der letzten nur angezeigten Rücksicht folgen läßt, ist wahrscheinlich eben dasselbe Prinzip, eben dieselbe Kraft, welche sich nämlich durch die Berührung verschiedenartiger Körper

ent=

zweyten Klasse, wenn gleich von verschiedener Art, wirkten ganz und gar nicht durch ihre gegenseitige Berührung auf die elektrische Flüssigkeit, und besässen gar nichts von der Kraft dieselbe aufzuregen, sondern ich hielte nur ihre Kraft für so klein, und so gering, und ihren Lauf für so langsam und schleichend, daß sie kaum im Stande sey, auch in den nur erst und aufs beste zubereiteten Fröschen Zuckungen hervorzubringen. Man darf also manche meiner Ausdrücke nicht in dem strengsten Sinn nehmen; wie z. B. in dem

---

entwickelt, die Ursache sowohl der bekannten gewöhnlichen Elektrizität, welche durch das Reiben idioelektrischer Körper, oder eines idio- und eines anaelektrischen Körpers oder Leiters entstehet, als der nur erst entdeckten wenig scheinbare Elektrizität, welche durch die blosse Berührung der Leiter in Bewegung gesetzt wird, sey — diese habe ich viel ausführlicher in einem langen Briefe an den Dr. von Marum erkläret, und werde ein andermal, so viel als es möglich ist, ins klare zu setzen suchen.

dem zweyten Briefe des vergangenen Jahrs: „daß der Leitezirkel, welcher von einer oder mehrern Personen, von Leder, Tüchern, Pappdeckeln, von was immer für feuchten und nicht metallischen Körpern gebildet wird, nicht im Stande sey, das Amt eines Leiters zu vertreten, den Lauf der elektrischen Flüssigkeit die in die Nerven und die Muskel des in dem Leitezirkel sich befindlichen Thieres dringt, die selbe reizet und beweget, zu bestimmen. Dieses muß man nicht in den streng wörtlichen Verstande nehmen, daß nämlich in der Berührung zweier auch der verschiedensten Leiter gar keine, wohl aber eine so geringe Wirkung liege, die beynahe für keine angesehen werden könne. Wenn ich ja eine Zeit so dachte, und gar keine Wirkung annahm, so entfernte ich mich, wie man siehet, sehr weit von den Gedanken, welche ich schon so lange hegte, und zu welchen ich bald wieder sowohl durch die Versuche, welche Hr. Dr. Valli beschrieben hat, als durch meine eigene zurückkehrte. Das Vergnügen war nicht klein, als ich meine frühern Vermuthungen bestättiget sah, durch welche das Prinzipium allgemeiner wird, daß nämlich durch die blosse Berührung ver-

schiedenartiger Leiter die elektrische Flüssigkeit aus ihrem Gleichgewicht gebracht, gerade wie dies durch das Reiben geschiehet, sich beweget, und (wenn nur sonst der Leitezirkel vollkommen ist,) zu einem immerwährenden Kreislauf bestimme. Etwas von dieser Aufregungskraft legte ich auch den nicht metallischen Leitern, wenn sie von verschiedener Art sind, bey. Ich sage etwas von dieser Kraft, denn ich habe immer geglaubt, und glaube noch, daß diese ungleich geringer sey, als jene, welche sich durch die Berührung eines nicht metallischen Leiters, der zweyten Klasse mit zwey verschiedenen metallischen Leitern entwickelt.

Auf keinen Fall kann ich nun mehr sagen, sie sey so schwach, daß ihre Wirkung immer unmerklich bleibe, itzt da wir durch neuere Versuche belehret werden, daß in einigen Fällen, unter oben angeführten Umständen, durch eine äusserst geringe Kraft, die beinahe für keine gelten kann, solch ein elektrischer Lauf erreget werde; welcher hinreichet einen nur erst und auf's beste zubereiteten Frosch in Zu-

ckungen

ckungen zu versetzen; um diese Wirkung hervorzubringen bedarf es sehr wenig, wie das durch die gewöhnlichen elektrischen Entladungen vorzüglich mit den Leidner Flaschen zu beweisen ist, die schwächsten welche keinen Funken geben und nur den empfindlichsten, von Ihnen verbesserten Bennatischen Elektrizitätsmesser (*) mit Goldblättchen, einwenig bewegen, reichen hinlänglich aus.

Um einen nicht ganz zubereiteten, einen nur abgezogenen und ausgeweideten Frosch, an welchen die ischiatischen Nerven noch hängen ohne dennoch die hinteren Theile, auf welchen sie ruhen, hinwegzuschneiden, in Bewegung zu setzen, wird etwas mehr erfordert. Wir wollen vier, fünfmal so viel annehmen; dazu bedarf es aber so wenig, daß die Ladung einer Leidner Flasche, welche den empfindlichsten Elektrizitätsmesser (**) nicht beweget, oder nur kaum beweget, hinreicht, Konvulsionen in einen halb zubereiteten Frosche hervorzubringen; dazu reichet gleichfalls der, durch die blosse Berührung

(*) S. Meine frühern Abhandlungen.
(**) Wie oben.

rührung dreier verschiedenartiger Leiter erregte Lauf der elektrischen Flüssigkeit hin, wenn sich nämlich entweder ein nasser Leiter der zweiten Klasse zwischen zwei unter sich verschiedenen der ersten Klasse, oder umgekehrt, einer der ersten Klasse zwischen zwey sehr verschiedenen Leitern der zweiten sich befindet.

Ich sage sehr verschieden, weil manchmal in einigen selbst durch eine geringe Verschiedenheit sowohl zweier Leiter der ersten Klasse, als auch der zweiten Klasse, wenn sich zwischen ihnen ein Leiter einer andern Klasse befindet, hinreichet, zum Zweck zu gelangen. Wenn nun dieser so schwache Lauf des elektrischen Fluidums (wenn er nämlich zusammengedrängt nur durch die Schenkelnerven zu gehen gezwungen wird,) mittelst dergleichen Verbindungen im Stande ist, in den Schenkeln eines auf das vollkommenste zubereiteten Frosches Zuckungen hervorzubringen, so wird er es in einem nur halb zubereiteten Frosche kaum können, weil in diesen nur ein geringer Theil dieser Flüssigkeit durch die Nerven geht, da die anstehende Theile, mit jenen gleich feucht und

gleich

gleich ableitend, wo nicht selbst feuchter und ableitender sind, ihr also einen leichtern Durchgang gewähren. Will man in solchen Fällen eine Wirkung sehen, so darf der elektrische Lauf nicht zu schwach und gering, wohl aber um etwas stärker und häufiger seyn, (obgleich noch immer nicht so stark, daß ihm gewöhnliche selbst sehr empfindliche Elektrizitätsmesser anzeigten). Dieser wird nur dann hervorgebracht, wenn sich zwischen zwei verschiedenen Leitern der ersten Klasse, einer der zweiten, oder umgekehrt, wenn zwischen zweyen der zweyten Klasse, ein Leiter der ersten sich befindet.

Durch die Vereinigung aber dreyer nasser Leiter, oder der zweyten Klasse, so daß aus dem Leitezirkel jedes Metall, Stuffe, Kohle, kurz alle Leiter der ersten Klasse ausgeschlossen bleiben, die Leiter selbst mogten auf was immer für eine Art mit einander verbunden, oder angewendet worden seyn, habe ich niemals in einem halb zubereiteten Frosche auch nur die geringste Zuckung oder Bewegung erhalten können. Eben so wenig erhält

man

man sie in einem neu ausgeweideten Frosche, auf welchen nur eine acht oder zehnmal grössere Kraft, wie ich es durch eigene Versuche mit den Entladungen gewöhnlicher elektrischer Konduktore, den Leidner Flaschen u. s. w, erfahren habe (*) wirket. Noch weniger erhält man sie an einzelnen von denselben oder andern Thieren getrennten Gliedern oder Muskeln, es wäre denn, daß ein solches Glied oder Muskel eines Thieres so zubereitet sey, daß der zur Bewegung dienende Nerve von allen Seiten entblößt sey, und ganz frey herabhienge. Im Gegentheil erhalte ich sie sehr leicht an Gliedern und Muskeln, denen kaum ihre äussern Bekleidungen abgenommen worden sind, ohne die Nerven auf irgend eine Art zu entblößen, und endlich selbst auch in nicht zubereiteten, unangetasteten Fröschen, Aalen u. s. w. Ich erhalte, sage ich, starke Muskelzusammenziehungen, und heftige Gliederbewegungen, so oft ich mich zweyer verschiedener Metalle (**) z. B. des Silbers und Bleyes, oder besser des Silbers und der

(*) Siehe meine frühere Abhandlungen.
(**) Siehe meine frühere Abhandlungen.

Zinnblättchen, oder noch besser des Silbers und des Zinkes bediene, so daß ich entweder geradezu eines dieser Metalle auf diese Seite, und das andere auf die entgegengesetzte Seite anlege, oder auch daß ich zwischen dieselbe noch andere nasse Leiter der zweiten Klasse bringe. Aber auch mittelst eines einzigen Metalls, eines einzigen Leiters der ersten Klasse, erhalte ich die nämlichen Bewegungen, vorzüglich mit dem Zinke, wenn ich ihn zwischen zwey nasse sehr verschiedene Leiter der zweiten Klasse bringe, z. B. von der einen Seite zwischen Wasser, oder einen Körper, welcher eine wässrige Feuchtigkeit eingesaugt hat, und von der andern Seite zwischen eine starke alkalinische Feuchtigkeit. Von dieser letzten Art nur eines einzigen Leiters der ersten Klasse sich zu bedienen, behalte ich mir es (wie ich schon oben gesagt habe,) vor, bey einer andern Gelegenheit weitläufiger zu reden.

Unser Prinzipium, daß aus jeder Berührung ungleichartiger Leiter eine Wirkung entstehe, welche die elektrische Flüssigkeit in eine stärkere oder schwächere Bewegung versetzt,

wird

wird also ausgedehnter, allgemeiner; so daß, wenn nur der Leitezirkel aus drey was immer für Leitern, wenn sie nur sonst verschieden sind, zusammengesetzt ist, so erfolget immer entweder ein mittelmässiger, schwacher, oder der schwächste Lauf dieser Flüssigkeit. Will man bey diesem Princip, bey diesem allgemeinen von mir entdeckten Gesetze, zu dessen Bestättigung alles beyträgt, wird man, anstatt daß man sonst eingeschränkt sagte, daß das elektrische Fluidum so oft in Bewegung gesetzt werde, als zwey von einander verschiedene metallische Leiter sich entweder unmittelbar, oder mittelbar durch die Dazwischenkunft nasser Leiter der zweiten Klasse berühren, itzt allgemeiner sagen können: dieß geschehe eben so oft, als ein oder mehrere Leiter der zweiten Klasse zwischen zwei sowohl von ihnen selbst als von dem Körper, welchen sie berühren, verschiedene Leiter gesetzt werden; wir lassen hier das Wort die metallischen hinweg, weil es eine nicht allerdings richtige Einschränkung festsetzt; oder wir verwechseln die Worte verschiedene metallische Leiter mit denen verschiedene vorzüglich metallische

Lei-

Leiter, oder der ersten Klasse. Durch dieses vorzüglich behalten die Leiter der ersten Klasse jenen Vorzug, welchen ich ihnen in meinen ersten Abhandlungen eingeräumt habe, daß sie die elektrische Flüssigkeit nicht nur in Bewegung setzen, sondern auch aufregen; eben diese Kraft besitzen auch die Leiter der zweyten Klasse, nur in einem sehr geringen Grade. Dies war von jeher meine Meinung, welche nun endlich durch die oben angeführten Versuche erwiesen ist, worüber ich mich in einem kommenden Briefe weiter auslassen werde.

Ich bin u. s. w

N. S. Ich bin fortgefahren mich mit den elastischen Dämpfen zu beschäftigen, und habe einige schöne Entdeckungen gemacht, welche mit der Theorie des Hrn. de Luc's viel übereinstimmendes haben, z. B. daß die Quantität elastischer Dämpfe in einem Raum er mag luftleer, oder mit Luft von was immer für einer Düchtigkeit gefüllt seyn, gleich sey. Diese Quantität hängt von dem Grade der

Wärme

Wärme ab; daher zerfällt die Theorie der Auflösung der Dämpfe in der Luft gänzlich; daß die Kraft des Dampfes, oder der Druck, den er ausübt in einer geometrischen Proportion wachse, während die Wärme nur in einer einfachen arithmethischen Progression wächst. Daß diese geometrische Progression darinn bestehe, daß wenn die Wärme von 16 zu 16 Graden steigt, der Druck des Dampfes nur 1, 2, 4 u. s. w. wachse; so daß, wenn dieser gleich ist 13 Zoll Barometer h. bey einer Wärme von 64 Reaumürischen Graden, so wird er bey 80 Graden Wärme gleich seyn 28 Zoll; das heißt, wenn dieser um 15 Zolle steigt, dann auf 30 und endlich auf 58 bey einer Temperatur von 96 Graden u. s. w. steige: daß dieselbe Progression in doppelten Verhältnisse von 16 zu 16 Graden statt habe, welche sowohl vom Wasser, als jeden andern elastischen Dampfe, doch von Weingeiste, Aether u. s. w. gelte, der einzige Unterschied bestehe nur in dem Grade der Wärme, welche erfordert wird, um eine dampfförmige Flüssigkeit von dieser Dichtigkeit und von dieser Elastizität hervorzubringen, welche mit dem

gegebenen

gegebenen Drucke im Gleichgewicht stehet, z. B. ein Druck gleich von 28 Zoll Quecksilberhöhe, (auf welchen Punkte, wie es bekannt ist, das Wasser in offnen Gefäßen siedet). Wenn also die zu einer gegebenen Elastizität der dampfförmigen Flüssigkeit erforderte Temperatur 80 Grade für jene des Wassers, 64 Grade für jene des Alkahols und 31 Grade für jene des schwefelsauern Aethers sey, so wird in allen die Elastizität oder der Druck sich auf 15 Zoll vermindern, und hernach auf 13 Zoll herabfallen; wobey die respektive Temperatur um 16 Grade vermindert wird, das heißt bey den wässrigen Dämpfen auf 64 Grade, bey dem Akahol auf 48, bey dem Aether auf 15; und auf eine ähnliche Weise wird der Druck in allen um 30 Zolle zunehmen, wenn er bis auf 58 gestiegen ist; anstatt daß die verhältnißmäßige Temperatur von 16 Graden bey dem wässrigen Dämpfen auf 96, bey den Dämpfen des Alkahols auf 86, und bey jenen des Aethers um 47 erhöhet wird.

Zu solchen Versuchen mit dampfförmigen Flüssigkeiten habe ich verschiedene Apparate erfunden und verfertiget, welche beschrieben zu werden verdienen, auch werde ich einige Abhandlungen über diesen schönen und wichtigen Gegenstand bekannt machen, welche ich schon angefangen habe, deren Beendigung ich aber nicht bestimmen kann.

Vergl. De Luc über Verdünstung in Gren's Journal der Physik B. VII. S. 141 — 160. u. S. 293 — 302; (besonders das Ges. Resultat S. 302.)

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Volta, Alessandro, / Mayer, Johann, / Ritschel,

Schriften über die thierische Elektrizität

Prag 1793

Phys.sp. 704
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134979-2
VD18 11623101